Vergleichende Untersuchungen zur Artikulation hörender und gehörloser Sprecher mit Hilfe der Röntgenkinematographie

INAUGURAL—DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

der

Philosophischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-

Universität

zu Bonn

von

FRANZ HERMANN SIEVERS

aus Berge

Bonn 1976

Vergleichende Untersuchungen zur Artikulation hörender und gehörloser Sprecher mit Hilfe der Röntgenkinematographie

INAUGURAL–DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

der

Philosophischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-

Universität

zu Bonn

von

FRANZ HERMANN SIEVERS

aus Berge

Bonn 1976

1. Referent: Professor Dr. Gerold Ungeheuer

2. Referent: Professor Dr. H.G. Tillmann

Tag der mündlichen Prüfung: 11.2.1976

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Druck: aku-Fotodruck, Agentur 5 Köln 41,
Gleueler Str. 217, Tel. 43 72 57

Roswitha gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523713_0003

V O R W O R T

Die phonetischen Äußerungen gehörloser Sprecher werden von Gehörlosenlehrern häufig als "typisch" gekennzeichnet.
Mit dieser Beschreibung wird postuliert, daß sich die Sprechweise von Gehörlosen durch bestimmte charakteristische Merkmale von der hörender Sprecher unterscheidet. Daraus ergibt sich für die vorliegende Untersuchung die Frage, welche Merkmale in der Sprechweise von Gehörlosen phonetisch gesehen als irregulär bezeichnet werden können, und mit welcher Häufigkeit bestimmte Abweichungen auftreten, so daß berechtigterweise aufgrund "regulärer Irregularitäten" von einer "typischen" Sprechweise gesprochen werden kann.

Diese Untersuchung beschränkt sich auf den artikulatorischen Manifestationsbereich, da auf dieser Ebene bisher kaum Untersuchungen vorliegen. Es wird erwartet, daß einige wesentliche Aspekte der gewonnenen Ergebnisse unmittelbar bedeutsam für die pädagogische Praxis der "künstlichen" Lautanbildung bei Gehörlosen sein können.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

Seite

I. Phonetische Theorien in ihrer Bedeutung für die Problematik der Gehörlosen 1

1. Sprechen und Hören aus der Sicht des "wahrnehmungstheoretischen Kommunikationsmodells" nach Tillmann 1

1.1. Die "Beobachtungskette" als Ausgangspunkt für die Modellentwicklung 2

1.2. Die empfangsseitige Beobachtungskette des Hörers 7

1.3. Die sendeseitige Beobachtungskette des Sprechers 8

1.4. Die Entwicklung des kognitiven Kommunikationsmodells 10

2. Der natürliche Spracherwerb 12

2.1. Der Spracherwerb aus psychologischer Sicht 12

2.2. Der Spracherwerb aus phonetischer Sicht 13

2.3. Ein phonetisches Modell des Spracherwerbs 15

2.3.1. Erster artikulatorischer Kreis 17

2.3.2. Zweiter artikulatorischer Kreis 19

2.3.3. Dritter artikulatorischer Kreis 20

3. Gehörlosigkeit als phonetisches Problem 22

3.1. Der künstliche Spracherwerb bei Gehörlosen 24

3.2. Versuch eines kybernetischen Modells der künstlichen Lautanbildung bei Gehörlosen 26

		Seite
3.2.1.	Der Gehörlosenlehrer	28
3.2.2.	Die Artikulationsinstruktionen	30
3.2.3.	Der Gehörlose	35
3.2.3.1.	Der Gehörlose als psychophysisches System	39
4.	Der Sprechapparat als Wahrnehmungssystem	50
4.1.	Die Primärfunktionen der Mundorgane	50
4.2.	Die Sekundärfunktion der Mundorgane (Artikulation)	53
4.2.1.	Physiologische Gesichtspunkte	54
4.2.2.	Wahrnehmungspsychologische Gesichtspunkte	54
4.3.	Untersuchungen zur Perzeption des Artikulationstraktes bei Gehörlosen	56
4.3.1.	Vergleich von Hörenden und Gehörlosen (manuell)	56
4.3.2.	Vergleich von Hörenden und Gehörlosen (oral)	57
4.4.	Folgerungen für eine Theorie der Sprachproduktion (Artikulation) Gehörloser	58
II.	Die Verwendung von Röntgenverfahren innerhalb der Phonetik	60
1.	Röntgenverfahren für die Darstellung statischer Konfigurationen	60
2.	Röntgenverfahren für die Darstellung artikulatorischer Bewegungsverläufe	62
2.1.	Die Bildverstärker-Röntgenkinematographie	62
2.2.	Methodisch bedingte Grenzen röntgenkinematographischer Untersuchungen	65

		Seite
III.	Problemstellung, Literaturüberblick, Zielaspekte	67
1.	Vorliegende Ergebnisse über die Sprechleistung von Gehörlosen	68
2.	Vorliegende durch röntgenologische Untersuchungen gewonnene Ergebnisse zur Sprechweise von Gehörlosen	69
2.1.	Brunner und Frühwald (1923, 1924)	70
2.2.	Schwab und Bauer (1966)	74
2.3.	Clumpha (1969)	76
3.	Die Notwendigkeit röntgenkinematographischer Untersuchungen der Artikulation von Gehörlosen	78
4.	Ziele dieser Untersuchung	80
IV.	Untersuchungsmethode	82
1.	Vorbereitung der Untersuchung	82
2.	Versuchspersonen	86
3.	Auswahl des Sprachmaterials	90
4.	Durchführung der Untersuchung	92
V.	Auswertung der Röntgenfilme und Beschreibung der Artikulation	95
1.	1. Beschreibungsebene	96
2.	2. Beschreibungsebene	98
3.	3. Beschreibungsebene	102

		Seite
VI.	Darstellung der Ergebnisse	114
1.	Größenunterschiede bei den Ansatzrohrkonfigurationen	114
2.	Bewegungsverläufe der Zunge in definierten Artikulationsphasen	119
3.	Die zeitliche Struktur von artikulatorischen Segmenten in KVK-Wörtern	122
4.	Die Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) in KVK-Wörtern	127
4.1.	Testwort "kam"	127
4.2.	Testwort "Kamm"	137
4.3.	Testwort "Mus"	151
4.4.	Testwort "muß"	163
4.5.	Testwort "Beet"	177
4.6.	Testwort "Bett"	190
4.7.	Testwort "lieb"	206
4.8.	Testwort "spät"	218
4.9.	Testwort "schön"	233
4.10.	Testwort "Tür"	245
5.	Die Vokalartikulation in KVK-Wörtern bei Hörenden und Gehörlosen	259
5.1.	Beschreibung der Artikulationsstellungen bei Vokalen	261
5.2.	Zusammenfassung der Ergebnisse	277
5.2.1.	Artikulationsstellungen	277
5.2.2.	Vokalsystem	278
5.2.3.	Genutzter Artikulationsraum	279
5.2.4.	Artikulationsbewegungen	286
5.2.5.	Relation Zungen - Kieferbewegung	290
5.2.6.	Die "individuelle Artikulationsbasis" bei der Vokalartikulation	293

		Seite
6.	Die Konsonantenartikulation in KVK-Wörtern bei Hörenden und Gehörlosen	294
6.1.	Der velar-postdorsale Verschlußlaut (k,K) in den Wörtern "kam" und "Kamm"	295
6.2.	Der alveolar-prädorsale Engelaut (s,ß) in den Wörtern "Mus" und "muß"	297
6.3.	Der präpalatal-coronale Engelaut (sch) in den Wörtern "schön" und "spät"	299
6.4.	Der alveolar-coronale Verschlußlaut (t) in den Wörtern "Beet", "Bett" und "spät"	301
6.5.	Der alveolar-coronale Nasal (n) im Wort "schön"	303
6.6.	Der alveolar-coronale Laterallaut (l) in dem Wort "lieb"	305
6.7.	Der Kieferöffnungsgrad bei der Konsonantenartikulation	307
6.8.	Die "individuelle Artikulationsbasis" bei der Konsonantenartikulation	309
VII.	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	312
VIII.	Ausblick	328
IX.	Zusammenfassung der Ergebnisse	330
X.	Anhang	334
XI.	Literaturverzeichnis	346

I. Phonetische Theorien in ihrer Bedeutung für die Problematik des Gehörlosen

"Der Gehorlose lernt nicht sprechen, weil ihm das Gehör fehlt." Mit dieser Aussage werden heute noch allzuleicht weitere, das eigentliche Problem treffende Fragen umgangen.
Vor allem der Phonetiker kann das Phänomen der Gehörlosigkeit nicht so trivial sehen. Um den ursächlichen Zusammenhang für die Tatsache, daß der Gehörlose wegen des "fehlenden" Gehors nicht von allein sprechen lernt, aufzufinden, versucht er näherungsweise Modelle zu entwickeln, welche die natürlichen Vorgänge beim Sprechen adäquat abbilden. Im ersten Ansatz ihrer Konstruktion stellen sie Versuche dar, das eigentliche Problem aus phonetischer Sicht besser herauszustellen, des weiteren aber soll tatsächlich mit ihnen ein Abbild des natürlich Vorgegebenen entstehen.
Ein naheliegender Ausgangspunkt diesbezüglicher Überlegungen ist, daß ein Individuum mit normalem Gehör von selbst sprechen lernt. Wenn es dem Phonetiker möglich ist, diesen Sachverhalt in der Konstruktion eines Modells zu erhellen, so findet er notwendigerweise Anhaltspunkte dafür, welche Rolle der Ausfall des Gehors für das Sprechenlernen und Sprechenkonnen spielt.

1. Sprechen und Hören aus der Sicht des "wahrnehmungstheoretischen Kommunikationsmodells" nach Tillmann

Tillmann (1970) entwickelt in seiner Monographie "Technische Kommunikationshilfen für Gehorlose" aus der speziellen Problematik des Gehörlosen

die phonetische Fragestellung. Er entwirft das wahrnehmungstheoretische Kommunikationsmodell, um an ihm den engen Zusammenhang von Sprechen und Horen aufzuzeigen und schließlich eine Antwort auf die Frage zu finden, "wie das Imitieren lautsprachlicher Äußerungen und darauf dann das Imitierte - als "Sprache" - gelernt wird". [1] Im Mittelpunkt dieses Modells steht das wahrnehmende und kommunizierende Subjekt als kognitives System.

1.1. Die "Beobachtungskette" als Ausgangspunkt für die Modellentwicklung

Das "wahrnehmungstheoretische Kommunikationsmodell" orientiert sich im Prinzip am psychologischen Wahrnehmungsmodell, welches für den externen Beobachter aus einer Beobachtungskette (Meyer-Eppler 1969, S. 1) besteht, die von der Signalquelle bis hin zum interpretierenden Empfänger reicht. Aus psychologischer Sicht finden innerhalb dieser Kette drei Untersuchungsbereiche besondere Beachtung:

1.) die Reizquelle (oder die Signalquelle),
2.) der Reizvorgang,
3.) das psychophysische Niveau.

Jeder dieser Bereiche ist funktionell besonders ausgezeichnet "und zwar so, daß die dort zu messenden Daten in funktionell ebenso ausgezeichneter Weise als spezielle psychophysische Korrelate

---

1) Das "wahrnehmungstheoretische Modell" und die daraus von Tillmann entwickelten phonetischen Fragestellungen und Antworten werden hier ausführlicher dargestellt; sie sollen dem Verfasser als Leitfaden dienen, um an späterer Stelle die weitere Problematik des Gehörlosen systematisch entwickeln zu konnen.

des Phänomenalen zu interpretieren sind" (Tillmann 1970, S. 12).

Tillmann erläutert diesen Sachverhalt am Beispiel der visuellen Wahrnehmung. Ausgangspunkt dafür ist folgende Situation:

> "Während das wahrnehmende Subjekt einen Baum sieht, stellt der externe Beobachter die physikalisch beschreibbare Realität fest, nämlich zunächst ein materielles Gebilde, das mit dem wahrgenommenen Baum empirisch identifiziert wird: wir bezeichnen das psychophysisch als "Baum" interpretierte materielle Gebilde als den transphänomenalen kognitiven Gegenstand der Wahrnehmung. Der kognitive Gegenstand ist nicht die einzige physikalisch gegebene Realität. Vielmehr sendet er als reflektierendes Gebilde Lichtquellen, d.h. Signale, aus, die ein "Bild" der Signalquelle auf die Retina des Auges projizieren: wir sprechen abstrakt von einer Oberflächenreaktion OR des Organismus. Über OR werden die Sinneszellen gereizt: wir sprechen von einer Reiztransformation RT und schreiben: OR/RT. Das von den Rezeptoren abgetastete Retinabild wird nach OR/RT über die afferenten und reafferenten Verarbeitungsmechanismen des Nervensystems zu einem Resultat auf der Hirnrinde überführt, das dem phänomenal wahrgenommenen Baum isomorph ist: wir bezeichnen die physische Seite des psychophysischen Niveaus als PPN-Korrelat." (a.a.O., S. 11 f)

Anhand dieser Ausführungen wird deutlich, daß das angewandte Modell der Beobachtungskette dem Wahrnehmungsgeschehen eine Struktur zu geben vermag, indem aus dem zusammenhängenden Band der Informationsübermittlung funktionell besonders ausgezeichnete Stationen herausgehoben werden. Geht man von der Hypothese aus, daß diese Struktur nicht nur bei der visuellen Wahrnehmung zu finden

ist, sondern prinzipiell auch bei jeder anderen Sinneswahrnehmung, so kann dieses Modell auf die lautsprachliche Wahrnehmung übertragen werden. Dabei sind die "ausgezeichneten Stationen" nur in dieser speziellen Hinsicht zu interpretieren:

1.) Der (transphänomenale) kognitive Gegenstand OV: Während sich bei der Wahrnehmung eine Identifikation mit dem Gegenstand vollzieht, wird hier - bei klarer Trennung des phänomenalen und physikalischen Aspektes - dieser "kognitive Gegenstand" als rein theoretische Größe angesehen. Bei der lautsprachlichen Wahrnehmung ist es das artikulierende Verhalten des Sprechers und zwar das Verhalten des Sprechapparates, "wie es der externe Beobachter als materiellen Vorgang darstellen kann, beispielsweise anhand eines Rontgenfilms" (Tillmann 1970, S. 13). Der Beobachter kann sich hierbei auf die sich verändernden komplexen (geometrischen) Konfigurationen des physischen Sprechapparates beschränken; sie stellen das Oberflächenverhalten OV des artikulierenden Hohlraumes dar. Somit ist OV der kognitive Gegenstand.
In der Wahrnehmungspsychologie unterscheidet man zwischen distalen und proximalen Gegenständen (Vorgängen); die distalen Gegenstände stehen mit dem Fernsinn im Zusammenhang, die proximalen mit dem Nahsinn. Die distalen Gegen-

---

1) In dieser Untersuchung wird beispielsweise der Röntgenfilm verwendet, um artikulierendes Verhalten (OV) von hörenden und gehörlosen Sprechern aufzuzeichnen. Somit ist OV ein ausgezeichneter Untersuchungsgegenstand: er hat große theoretische Bedeutung und ist zudem dem Beobachter relativ gut zugänglich.

stände wirken mittelbar über Signale auf den Organismus ein, die proximalen dagegen unmittelbar direkt auf die Sinnesrezeptoren. Synonym hierzu unterscheidet Tillmann für die Phonetik zwischen Signalquelle und Reizquelle.

2.) Der Reizvorgang auf der Retina OR/RT: Ein weiterer ausgezeichneter Bereich innerhalb der Beobachtungskette stellt der Reizvorgang auf der Retina dar, von wo aus wahrgenommene Eindrücke in spezieller Form in das Nervensystem Eingang finden. Den Ausführungen von Tillmann entsprechend wirkt die Oberflächenreaktion zwar immer schon auf die einzelnen Sinnesrezeptoren ein, indem sie als die eigentlichen Meßinstrumente des kognitiven Systems ihre Reizung an das Nervensystem in der Form spezieller Signale weitermelden, doch muß man sich vorstellen, daß die einzelnen Rezeptoren zu einer Retina zusammengefaßt sind "derart, daß das Nervensystem an den einzelnen Retinapunkten das gesamte Retinabild über OR/RT abtastet, um die synchronen Meldungen im integrierten Zusammenhang zu verarbeiten" (a.a.O., S.14).

3.) Die PPN-Korrelate: Diese stellen ein hypothetisch angenommenes Konstrukt dar, welches seinen Platz in den höheren Hirnregionen haben soll. Dabei geht man davon aus, daß sich dort psychophysische Korrelate auffinden lassen, die den phänomenalen Bewußtseinsinhalten isomorph sind. [1] Die Annahme eines Isomorphie-

1) Feigl geht in dieser Richtung am weitesten, indem er eine Identitätstheorie vertritt, welche, wie Reenpää (1973,S.38) ausführt, "dem Prinzip "direkt" die Form der Identi-

hypothese wird auch für die Phonetik umittelbar relevant, denn "das Nervensystem, das die an der Oberfläche registrierten Daten verarbeitet, muß notwendig irgendwo zu einem Resultat kommen, das auch im Gehirn irgendwie und -wo feststehen muß, damit wir in unserem Bewußtsein - beispielsweise - "einen Baum hören, der im Sturm krachend auseinanderbricht" Tillmann 1969, S.26)

Weiterhin besagt dieses für die lautsprachliche Wahrnehmung, daß die kommunizierten lautsprachlichen Zeichen, die wahrgenommen werden, intern identifiziert werden mit dem wahrgenom-

---

tät verleiht, nämlich Identität des Psychischen, das nach ihm am besten von den "Rohgefühlen" repräsentiert wird, und des Physischen oder Körperlichen, das wie in allen Untersuchungen von den elektrischen Vorgängen an der Großhirnrinde dargestellt wird."

Doch ist von ihm in dieser Hinsicht noch keine Quantifizierung vorgenommen worden, so daß die angenommene Identität zunächst als Behauptung stehen bleibt.

Reenpää (1973) wendet sich gegen eine rein philosophische Spekulation; er zeigt vielmehr einen Ansatz auf, der es gestattet, das Verhältnis von Psychischem und Physischem quantitativ zu bestimmen.
Er nimmt an, "daß in der gleichen Art wie in den physikalischen Systemen ein Prozeß als ein Austausch oder eine Wechselwirkung, hier also des sog. phänomenalen und des sog. physikalisch-biologischen Geschehens, stattfindet, das von einer durch einen Summenausdruck anzugebenden Regel bestimmt ist" (1973,S.44).
Diese von ihm bezeichnete Äquivalenzregel muß bezüglich der verschiedenen Entitäten empirisch nachgewiesen werden; damit wird aber gleichzeitig eine Quantifizierung bei der Behandlung dieses Problems eingeführt.

menen Artikulationsverhalten eines sich äußernden Sprechers. [1)]

1.2. Die empfangsseitige Beobachtungskette des Hörers

Bei der Übertragung der wahrnehmungspsychologischen Beobachtungskette auf die lautsprachlichen Wahrnehmungsprozesse zeigte sich, daß dieses Geschehen in verschiedenen ausgezeichneten Bereichen abläuft, welche in bestimmter Weise phonetisch interpretierbar sind. Hiermit ist aber noch nicht der systematische Zusammenhang der komplexen lautsprachlichen Kommunikation zwischen Sprecher und Hörer hergestellt. Dies gelingt Tillmann in einem weiteren Schritt. Aus der Überlegung heraus, daß der Sprecher und der Hörer im wahrnehmungstheoretischen Modell zwei verschiedene kognitive Systeme darstellen, die denselben kognitiven Vorgang OV zum Gegenstand haben, ent-

---

1) Nach dem Gesagten ist es auch möglich, die spezielle Leistung des Ohrenphonetikers theoretisch zu explizieren. Diese besondere Leistung besteht darin, daß der Ohrenphonetiker die wahrgenommenen lautsprachlichen Zeichen phänomenal beschreiben kann, indem er z. B. unter Verwendung von artikulatorischen Kriterien Symbole dafür setzt. Mithin ist es ihm möglich, wahrgenommenes lautsprachliches Verhalten umzusetzen in ein sendeseitiges reproduzierendes Verhalten. Dieser Vorgang ist so zu sehen, daß intern ein "Integrationsoperator" zur Verfügung steht, der zwischen empfansseitigem und sendeseitigem Verhalten vermitteln kann.
Dieser angenommene Sachverhalt kann schließlich auch zur Erklärung dienen, warum es dem Gehörlosenlehrer - im Idealfall ist dieser ein ausgezeichneter Ohrenphonetiker - möglich ist, dem gehörlosen Kind die "Artikulationsinstruktionen zu geben, wonach es tatsächlich "irgendwie" sprechen lernt.

wickelt er nacheinander die empfangsseitige (fremdbeobachtende) und die sendeseitige (selbstbeobachtende) Beobachtungskette von Hörer und Sprecher.

Um die spezielle Leistung des Hörers bei der lautsprachlichen Wahrnehmung darzustellen, wird die "wahrnehmungstheoretische Beobachtungskette" auf das reduzierte signalphonetische Band übertragen. Hierbei entsteht ein "Pseudokommunikationsmodell", das alle Bereiche des Hörers, vom Sprecher aber nur die artikulierende Oberfläche OV mit einbezieht. Somit entsteht das kognitive Modell des Hörers mit folgenden Bestimmungsstücken:

a) der kognitive Gegenstand ist durch die sendeseitige Signalquelle mit ihrem OV-Verhalten gegeben;
b) in OR/RT erscheinen durch die artikulierten akustischen Signale die Retinarepräsentationen von OV;
c) diese auf der Retina registrierte Information wird vom Nervensystem des Hörers zum PPN-Korrelat der subjektiv wahrgenommenen Äußerung weiterverarbeitet.

1.3. Die sendeseitige Beobachtungskette des Sprechers

Die Struktur der sendeseitigen Beobachtungskette umfaßt zwei verschiedene Aspekte der lautsprachlichen Wahrnehmung. Es wird davon ausgegangen, "daß der Sprecher sein eigenes artikulierendes lautsprachliches Verhalten - selbstbeobachtend - wahrnimmt" (a.a.O.,S.14). Der Sprecher selbst erzeugt das Oberflächenverhalten OV, welches auf

zwei Wegen von ihm selbst wahrgenommen wird, nämlich über den Nahsinn und über den Fernsinn; hierbei wirkt OV gleichzeitig als Reizquelle und Signalquelle. Das kognitive Modell des Sprechers enthält also folgende Bestimmungsstücke:

(1) a) Das Oberflächenverhalten des Senders ist die phonetische Reizquelle.

b) Zugleich erzeugt dieses Oberflächenverhalten in OR/RT eine Oberflächenreaktion, so daß OV über die taktilen und propriozeptiven Empfindungen zurückgemeldet wird. [1)]

(2) a) Das Oberflächenverhalten ist für die auditive Rückkopplung die phonetische Signalquelle.

b) Dieses erzeugt im Innenohr eine Oberflächenreaktion, die über OR/RT vom Nervensystem zum zweitenmal registriert wird.

(3) Im PPN erscheint schließlich das übermodal integrierte Ergebnis von (1) und (2) als selbstbeobachtend wahrgenommenes Artikulationsverhalten.

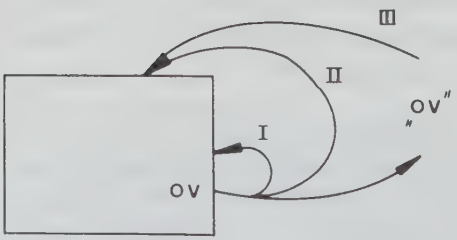
---

1) Die Tatsache, daß der Sprecher sein eigenes artikulierendes Verhalten über zwei verschiedene Rückmeldesysteme wahrnimmt, wird an anderer Stelle der Erläuterung dienen, warum der Gehörlose nicht von selbst sprechen lernt. Während diese Frage im wesentlichen die fehlende auditive Rückkopplung berücksichtigt, soll an späterer Stelle ausgehend von dem kognitiven Modell des Sprechers vor allem folgende Frage behandelt werden: Wieso kann der Gehörlose dennoch zum "Sprecher" herangebildet werden? Bei der Behandlung dieser Frage wird vor allem der Tatbestand im Vordergrund stehen, daß der Gehörlose sein "artikulierendes" Verhalten über die taktilen und propriozeptiven Muskelsinne wahrnehmen kann.

1.4. Die Entwicklung des "kognitiven Kommunikationsmodells"

Bisher stehen die sendeseitige Beobachtungskette des Sprechers und die empfangsseitige Beobachtungskette des Hörers unverbunden nebeneinander. Da sich aber beide Beobachtungsketten auf denselben kognitiven Gegenstand OV beziehen, lassen sie sich in OV miteinander verbinden, so daß aus der Verknüpfung der selbstbeobachtenden und fremdbeobachtenden Kette das "wahrnehmungstheoretische Modell" des phonetischen Kommunikationsprozesses resultiert. Tillmann (1970,S.17) veranschaulicht diesen Sachverhalt mit folgender Abbildung:

Abb. 1: Das kognitive Kommunikationsmodell nach Tillmann



Während sich der artikulierende Vorgang in OV zeigt, wird OV auf drei verschiedenen Retinas abgebildet; auf der Sprecherseite unmittelbar auf R_1 und über zwischengeschaltete Signale auf R_2, auf der Hörerseite nur mittelbar auf R_3. Somit enthält das "wahrnehmungstheoretische Modell" der phonetischen Zeichenkommunikation "als zentrale theoretische Größe den kognitiven Vorgang OV, das artikulierende Verhalten" (a.a.O.,S.17).[1] Das heißt, das OV-Verhalten wird beim "wahrnehmungstheoretischen Modell" nur aus der Sicht des kognitiven Systems betrachtet. Dazu formuliert Tillmann die entsprechende Frage: "Wie muß sich ein Sprechapparat verhalten, damit er erstens als Reizquelle und zweitens als Signalquelle reguläre Retinarepräsentationen hervorruft?" (a.a.O.,S.17f) [2] Dieses artikulierende Verhalten wird hier prinzipiell als "wahrnehmbares"

---

1) Zum "artikulierenden Verhalten" führt Tillmann weiter aus: "Wo das artikulierende Verhalten vom Standpunkt des externen Beobachters isoliert als OV-Verhalten betrachtet wird, resultiert ein verhaltenstheoretisches Modell, das die Frage beantwortet: "Wie muß sich ein Sprechapparat verhalten, um reguläre Artikulationen durchzuführen?" (a.a.O.,S.17) Hiermit kennzeichnet er recht genau den theoretischen Rahmen dieser Untersuchung. Doch wird hier die leitende Frage, wie an anderer Stelle noch ausführlicher dargestellt wird, ein wenig anders gestellt. Im Hinblick auf die hörenden Sprecher lautet sie: Wie verhält sich ein Sprechapparat, der reguläre Artikulationen durchführt? In Bezug auf die gehörlosen Sprecher lautet die Frage dagegen: Wie verhält sich ein Sprechapparat, der irreguläre Artikulationen durchführt? Die Antwort auf die letzte Frage ist das angestrebte Ergebnis dieser Untersuchung. Dieses Ergebnis erhält man bei dieser vergleichenden Untersuchung erst dann, wenn

Verhalten gesehen, doch weiterhin auch als dasjenige Verhalten, welches vom Subjekt unmittelbar wahrnehmbar reproduziert und symbolisch beschrieben werden kann.

Das soweit beschriebene kognitive Kommunikationsmodell beinhaltet die theoretischen Voraussetzungen für ein Modell des Kommunikators. Dieses Modell soll im nächsten Abschnitt zur Erklärung dienen, warum der Hörende von selbst sprechen lernt und der Gehörlose nicht.

2. Der natürliche Spracherwerb

2.1. Der Spracherwerb aus psychologischer Sicht

Seit Jahrzehnten ist der natürliche, kindliche Spracherwerb ein interessanter Untersuchungsgegenstand der Sprachpsychologie. Aus den verschiedenen Richtungen der Psychologie und später der Psycholinguistik sind unterschiedliche Modelle für den Spracherwerb entwickelt worden. Grundsätzlich können wir nach Kegel (1974) für die Modellentwicklung zwei verschiedene Ausgangspunkte unterscheiden: die eine Richtung basiert ausschließlich auf dem Lernen, (vgl. z.B. Skin-

---

zunächst die erste Frage beantwortet ist.

2) Diese Frage wird an anderer Stelle in verkürzter Form aufgegriffen; dann lautet sie: Wie muß sich ein Sprechapparat verhalten, damit er als Reizquelle reguläre Retinarepräsentationen hervorruft? Hiermit wird ein Problem angesprochen, welches beim "künstlichen" Spracherwerb der Gehörlosen ganz im Vordergrund steht.
Denn einzig und allein über diese Reizquelle kann ihm Artikulation vermittelt und von ihm selbst wahrgenommen werden.

ner 1957, Osgood, C.E./Suci, G.J./Tannenbaum, P.H. 1967), während sich die andere hauptsächlich auf eine angeborene Kompetenz stützt (vgl. z.B. Chomsky, N. 1959, Lenneberg, E.H. 1967). "Lernmodelle betonen den zweifellos vorhandenen Einfluß externer Stimulation auf den Spracherwerb, Kompetenzmodelle die Auswirkung interner Faktoren" (Kegel, 1974,S.169). Beim Studium der einschlägigen Literatur über die verschiedenen Modelle bleibt beim Leser für die Lösung dieses Problems ein unbefriedigendes Bild zurück. Ohne auf die verschiedenen Details der Modelle einzugehen, könnte er dieses Bild womöglich wie folgt beschreiben: Die verschiedenen Modelle greifen aus dem Problemkreis des Spracherwerbs bestimmte Teilaspekte heraus, wofür sie eine Erklärung liefern können; andererseits bleiben dabei viele andere Fragen offen, die wesentlich dazugehören. Hörmann (1970, S.319) schreibt zu dieser Sachlage abschließend: "Wir sehen, daß nicht nur über die Mechanismen des Spracherwerbs noch wenig bekannt ist; selbst die Phänomenologie der zeitlichen Abfolge dieses Erwerbs ist noch nicht differenziert genug".

2.2. Der Spracherwerb aus phonetischer Sicht

Bei der Frage des natürlichen Spracherwerbs interessiert sich der Phonetiker ausschließlich für den phonetischen Aspekt, welcher mit folgender Frage gekennzeichnet werden kann: Wie ist es möglich, daß das Kind von selbst sprechen lernt? Ausgangspunkt für seine diesbezüglichen Überlegungen ist der phänomenal gegebene Tatbestand, daß in der Regel das Kleinkind kurz nach

seiner Geburt seine Mundwerkzeuge "irgendwie" betätigt (Schreien, Lallen), diese aber dann in bestimmten Zeitabständen gezielt zur lautsprachlichen Artikulation einsetzt. Hierbei muß bemerkt werden, daß sich die adäquate Artikulation allmählich entwickelt; ein Sachverhalt, den Jacobson mit folgenden Worten beschreibt: "--- jede aufmerksame Beschreibung bestätigt uns immer wieder die merkwürdige Tatsache, daß für eine Reihe der lautlichen Erwerbungen die relative Zeitfolge überall und stets die gleiche bleibt." (1969, S.59) Dieser phänomenal beschriebene Tatbestand läßt darauf schließen, daß die Entwicklung zum lautsprachlichen Kommunikator einer gewissen Regelhaftigkeit und Gesetzmäßigkeit unterliegt. Somit erscheint es sinnvoll, diesen Vorgang beim Spracherwerb in einem Modell zu beschreiben. Die Konzeption dieses Modells ist soweit ausgelegt, daß alle phonetisch relevanten Teilaspekte des Spracherwerbs berücksichtigt werden können. Hierbei geht es nicht mehr wie in der Psychologie explizit um die Fragen, welche Faktoren beim Spracherwerb angeboren oder erworben sind; es werden vielmehr entsprechende Grundannahmen vorausgesetzt. Die drei wesentlichen sind folgende:

1.) Der Spracherwerb ist ohne eine angeborene Fähigkeit beim Kind nicht denkbar.
2.) Beim Spracherwerb ist wesentlich das "Lernen" beteiligt.
3.) Der Spracherwerb wird vom Faktor "Reifung" beeinflußt.

Bei der Erläuterung des aus phonetischer Sicht konzipierten Spracherwerbmodells wird auf diese genannten Faktoren Bezug genommen.

2.3. Ein phonetisches Modell des Spracherwerbs

In den folgenden Ausführungen steht das von Tillmann (1970) entwickelte phonetische Modell des Spracherwerbs im Mittelpunkt. [1] Tillmann beschreibt die "Entwicklung zum lautsprachlichen Kommunikator" auf der Basis des schon erläuterten "wahrnehmungstheoretischen Modells". Bei diesem Modell war das kognitive System (das psycho-physische System des Kommunikators) der zentrale Gegenstand der Theorie. Die prinzipielle Leistung dieses kognitiven Systems beim Erwerb einer adäquaten Artikulation muß daher anhand verschiedener Systemaspekte deutlich gemacht werden können. Ausgangspunkt für seine Überlegungen sind die natürlichen Vorgänge beim Spracherwerb, wie sie jedem Beobachter phänomenal zugänglich und von verschiedener Seite beschrieben worden sind.

Eine entscheidende Bedeutung fällt in diesem Zusammenhang nach Meinung verschiedener Autoren (Hörmann 1970, Herriot 1974, Kegel 1974, Winitz 1969, Fry 1966), von denen hier exemplarisch Hörmann zitiert werden soll, der (vorsprachlichen) Lallphase zu. Er schreibt: "Das Lallen, ---, stellt ein für jede Sprachentwicklung notwendiges Vor- und Durchgangsstadium dar. Um es in Gang zu setzen und in Gang zu halten, bedarf es eines in dieser Konzeption --- "systemfremden" Motors: nämlich dessen, was K.Bühler

---

1) Der Verfasser ist der Meinung, daß die Konzeption dieses Modells einen fruchtbaren heuristischen Ansatz für die später noch zu entwickelnde spezielle phonetische Problematik beim Gehörlosen bietet.

Funktionslust genannt hat." (1970,S.281) Damit ist schon angedeutet, daß die Betätigung der Sprechwerkzeuge in der Lallphase spontan einsetzt, daß sie immer wieder in Gang gesetzt wird und scheinbar willkürlich ist. Doch ist hierbei wesentlich, daß im Stadium des Lallens bestimmte allgemeine Fertigkeiten, die für das Artikulieren notwendig sind, gelernt werden: so z.B. die Koordination der Bewegungen der Sprechwerkzeuge (Lippen, Gaumen, Zunge usw.), weiterhin die Koordination der Sprechwerkzeuge und des Kehlkopfes, sowie die Koordination mit der Lungentätigkeit. Außerdem lernt das Kind seine artikulatorischen Bewegungen "fühlen" (taktile Empfindungen), wobei sich die interne "Feedback"-Schleife ausbildet, zum anderen lernt es, seine eigenen produzierten Laute zu horen, wobei sich die externe (auditive) "Feedback"-Schleife entwickelt. Durch die Ausbildung dieser Rückkopplungsmechanismen wird aber vor allem das Kind dazu befähigt, bestimmte "Laute" wiederholen zu können. Diese Fähigkeit der Reproduktion von Lauten weist darauf hin, daß das Kind intern artikulatorische Verläufe anhand bestimmter Kriterien analysieren und speichern kann. Diese Tatsache ist äußerst wichtig, da sie es dem Kind gestattet, artikulatorische Bewegungen so zu verändern, bis Lautungen entstehen, die in ein "vorgegebenes" Modell passen. So entwickelt sich aus der zunächst willkürlichen Betätigung der Sprechwerkzeuge geplantes "artikulatorisches" Verhalten.

Nach Tillmann können bei diesem Vorgang aufgrund

des "wahrnehmungstheoretischen Modells" vier Systemaspekte herausgestellt werden" es sind die folgenden:

" 1. Nur über die Rezeptoren ist das von den Effektoren durchgeführte Verhalten dem Nervensystem gegeben.

2. Anhand von Regularitäten, die zwischen den korrelierten efferenten und afferenten nervösen Datenströmen herrschen, stellt das System generell fest, daß es gewisse afferente Datenströme selbst erzeugt.

3. Das System klassifiziert - wie auch immer - die analysierten Regularitäten und unterscheidet typische afferente Ereignisse, die es selbst erzeugt hat.

4. Das System lernt das zufällige - efferent erzeugte afferente - Verhalten in zunehmendem Maße beherrschen, d.h. es lernt, ganz bestimmte afferente Ereignisse durch entsprechende efferente Aktionen hervorzurufen." (1970,S.19f)

Ausgehend von diesen vier Systemaspekten, die die grundlegende Voraussetzung für jede Entwicklung von reproduzierbaren Verhaltensplänen sind, beschreibt Tillmann anschließend die Entwicklung des Kindes zum lautsprachlichen Kommunikator. Er unterscheidet bei dieser Entwicklung drei verschiedene Schritte, welche er "artikulatorische Kreise" nennt. Bei der Darstellung dieser Kreise werden die oben genannten Systemaspekte in entsprechender Weise interpretiert.

2.3.1. Erster artikulatorischer Kreis

Beim spontan einsetzenden Lallen aktiviert das Nervensystem wie zufällig irgendwelche efferenten Bahnen, welche in Effektoren enden. Dabei entstehen am Sprechapparat extranervöse Signale, die von den entsprechenden Rezeptoren über OR/RT

wieder registriert und über die afferenten Bahnen zurückgemeldet werden (1. Systemaspekt). Übertragen auf das "wahrnehmungstheoretische Modell" bedeutet dieses: "Das zunächst völlig planlose Artikulationsverhalten des ersten Lallens wird (als Verhalten der phonetischen Reizquelle) auf die Retina des Sprechapparates und (als Verhalten der phonetischen Signalquelle) auf die Retina des Gehörs projiziert." (a.a.O.,S.16) Demnach ist auf zweierlei Weise die Oberflächenreaktion gegeben; doch muß hierbei angenommen werden, daß zunächst noch keine Reiztransformation OR/RT durchgeführt wird, weil das afferente Nervensystem noch keine differenzierten Retinarepräsentationen verarbeiten kann. Diese Fertigkeit wird erst in einem Lernprozeß erworben- Tillmanns Hypothese folgend wird das Wahrnehmen der Reizquelle zuerst gelernt. Dazu führt er aus: "Wenn etwa nach dem 2. Lebensmonat sich das erste planlose Lallverhalten zeigt, das Stadium des nur reflexartigen Horens aber erst nach dem 4. Monat allmählich überwunden wird, muß man annehmen, daß der Organismus die Bewegungen der Sprechwerkzeuge zunächst als Reizquelle, also sozusagen als "stumme" Vorgänge kennenlernt." (a.a.O.,S.16) Bei diesem Lallen führt der Organismus mit den Effektoren des Sprechapparates Bewehungen aus, die es schon kurzfristig speichern und wiederholen kann; weiterhin stellt das System über die Rezeptoren fest, daß es diese Bewegungen selbst durchführt (2. Systemaspekt) und jeweils neu durchführen kann. In der ersten Phase wird also zunächst die artikulatorische Retina reif, d.h. der Organismus lernt sein lallendes Verhalten kennen (3. Systemaspekt) und wird dazu

fähig, geplantes Verhalten willkürlich durchführen zu können (4. Systemaspekt). Indem aus wahrgenommenem Verhalten neues geplantes Verhalten möglich wird, schließt sich der erste artikulatorische Kreis.

2.3.2. Zweiter artikulatorischer Kreis

Sobald die auditive Retina und deren afferentes Verarbeitungssystem reif geworden sind, entsteht bei dem "normalen" Kind in einem weiteren Entwicklungsschritt der zweite artikulatorische Kreis, indem sich der externe Rückmeldekreis herausbildet. Das System muß in dieser Phase lernen, die über die auditive Retina empfangenen Meldungen anhand bestimmter Regularitäten so zu analysieren, daß es die selbsterzeugten von den fremderzeugten unterscheiden kann. Die wesentliche Leistung bei diesem Entwicklungsschritt besteht aber darin, die vom kognitiven Gegenstand OV ausgehenden proximalen (OV als Reizquelle) und distalen (OV als Signalquelle) Reize so verarbeiten zu können, daß sie als dieselben Ereignisse erkannt werden. - Wie dieser Prozeß im einzelnen verläuft, ist zur Zeit noch nicht erklärbar. An anderer Stelle habe ich für diesen Vorgang einen intern angelegten "Integrationsoperator" dafür verantwortlich gemacht, welcher die grundsätzliche Fähigkeit besitzt, auf beiden Seiten des Wahrgenommenen Regularitäten feststellen und diese miteinander identifizieren zu können. - Dazu führt Tillmann weiter aus: "Die heteromodale Reizgeneralisation, die sich hier einstellt, besagt, daß das Verhalten der auditiven Signalquelle mit dem Verhalten der artikulatorischen

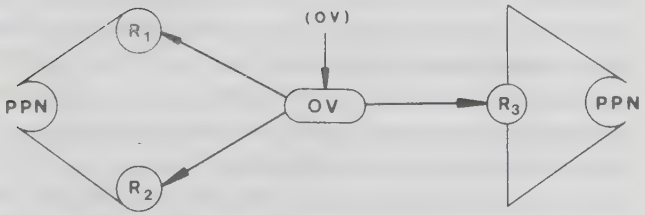
Reizquelle identifiziert werden kann." (a.a.O., S.22) Anders ausgedrückt bedeutet dieses: das Individuum hat die Fähigkeit hinzugewonnen, das selbst Artikulierte als "Gesprochenes" gleichzeitig auditiv wahrnehmen zu können. Mit dieser Fähigkeit endet der zweite Kreis: "das efferent erzeugte Artikulieren in OV ist dann über zwei afferente Darstellungssysteme, das artikulatorisch-propriozeptive und das akustisch-auditive, übermodal im PPN repräsentiert, und zwar als reproduzierbare Ereignisse X (OV)." (a.a.O., S.22f)

2.3.3. Dritter artikulatorischer Kreis

Nachdem das doppelte Rückmeldesystem so weit entwickelt ist, daß das kognitive System die zwei verschiedenen Retinarepräsentationen ins PPN verarbeiten kann, eröffnet sich nunmehr der dritte artikulatorische Kreis. In diesem Entwicklungsschritt bildet sich eine weitere Fähigkeit aus, die es dem System ermöglicht, auch fremde wahrgenommene Äußerungen zu imitieren. Diese Fähigkeit läßt sich folgendermaßen beschreiben: Das System nimmt auditiv efferent erzeugte Ereignisse wahr, die nicht anhand bestimmter Regularitäten mit dem selbsterzeugten (gespeicherten und reproduzierbaren) OV-Verhalten identifizierbar sind. Diese Regularitäten weisen aber doch ähnliche Merkmale auf, so daß die fremderzeugten mit den selbsterzeugten Ereignissen strukturell vergleichbar werden. Hierdurch ist es dem System möglich, wahrgenommenes fremdes OV-Verhalten hinreichend äquivalent als selbsterzeugtes OV-Verhalten zu reproduzieren, d.h. fremde Äußerungen werden mit eigenen Äußerungen imitiert. Damit greift der

dritte Kreis über das individuelle System hinaus; der Weg für den lautsprachlichen Kontakt mit den anderen wird frei, der Sprecher wird zu einem Kommunikator. Im Hinblick auf das "wahrnehmungstheoretische Modell" schreibt Tillmann abschließend: "Das zunächst selbstbeobachtende System entwickelt sich zunehmend auch zu einem fremdbeobachtenden: die im "wahrnehmungstheoretischen Modell" solitär voneinander getrennten sende- und empfangsseitigen Systeme müssen beide, an ein und demselben Subjekt, realisiert sein, damit der Organismus sich zu einem Kommunikator entwickelt, der dann jeweils entweder als Sender oder Empfänger operiert." (a.a.O.,S.23)
In der folgenden Abbildung wird dieser Entwicklungsprozeß zum lautsprachlichen Kommunikator anhand der drei artikulatorischen Kreise zusammenfassend dargestellt.

Abb. 2: Die Entwicklung zum lautsprachlichen Kommunikator (nach Tillmann)



2.4. Gehorlosigkeit als phonetisches Problem

Bei den bisherigen Ausführungen und Überlegungen stand der Sachverhalt im Vordergrund, daß ein Individuum mit normalem Gehör von selbst sprechen lernt. Während dieses Geschehen für den naiven Beobachter ein ganz natürlicher und selbstverständlicher Vorgang ist, sahen wir darin ein Problem, welches gerade für den Phonetiker interessante Fragestellungen aufwirft. An der zentralen Frage - Wie ist es zu erklären, daß ein normalhörendes Kind von selbst sprechen lernt? - orientierte sich die Suche nach einer phonetischen Antwort.

Zum Ausgangspunkt der diesbezüglichen Überlegungen wählte der Verfasser das von Tillmann (1970) konzipierte "wahrnehmungstheoretische Kommunikationsmodell"; an diesem Modell konnte der generelle Zusammenhang von Sprechen und Hören aufgezeigt werden. Es enthielt die grundsätzlichen Voraussetzungen, die für ein phonetisches Modell des natürlichen Spracherwerbs notwendig erschienen. Die vorausgesetzten Annahmen und der theoretische Rahmen dieses Modells wurden ausführlich dargelegt, so daß damit eine phonetische Antwort auf die oben gestellte Frage vorliegt.

Mit dieser Antwort haben wir zunächst die notwendigen theoretischen Voraussetzungen dargelegt, welche die Behandlung der primär gestellten Frage erlauben, nämlich: Warum lernt das gehorlose Kind nicht von selbst sprechen?

Um auf diese Frage die entsprechende Antwort zu finden, gehen wir von den wesentlichen Modelleigenschaften des natürlichen Spracherwerbs aus und übertragen sie auf die Problematik des Gehörlosen.

Daraufhin können folgende Feststellungen abgeleitet werden:

1.) "Die Systemeigenschaften, die dem Organismus das Imitieren von lautlichen OV-Verhalten ermöglichen, sind noch völlig vorsprachlicher Natur; der funktionelle Zusammenhang zwischen Artikulation und Audition, und damit die systemeigene Konstituierung des "Lautlichen", ist vielmehr eine notwendige Voraussetzung für die lautsprachliche Entwicklung des Organismus." (Tillmann 1970, S.25)
Wie verschiedene Untersuchungen nachweisen (z.B.: Lenneberg, Rebelsky und Nichols, 1965) zeigen taubgeborene Kinder im ersten Lebensjahr ein ähnliches Lallverhalten wie normalhörende Kinder; d.h. ihr Organismus ist mit den notwendigen Systemeigenschaften ausgestattet, die das Imitieren von "lautlichem OV-Verhalten" ermöglichen. Somit verfügt auch das gehörlose Kind über die internen Voraussetzungen, mit denen es das eigene OV-Verhalten "irgendwie" beherrschen lernt.

2.) Beim Lallen produziert das gehörlose Kind ein OV-Verhalten, welches ihm über die Reizquelle unmittelbar afferent zurückgemeldet wird. Dabei lernt es sein eigenes OV-Verhalten kennen; d.h. es kann Verhaltenspläne entwickeln, sie speichern und wiederholen. So ist der "erste artikulatorische Kreis" beim gehörlosen Kind voll ausgebildet.

3.) Beim hörenden Kind führt die Entwicklung

anschließend zum "zweiten artikulatorischen Kreis", indem das eigene OV-Verhalten nicht nur über die Reizquelle, sondern gleichzeitig über die Signalquelle auditiv wahrgenommen wird. An dieser Stelle spielt aber der Ausfall des Gehörs eine entscheidende Rolle; denn ohne Gehör kann sich der eigene Sprechapparat nicht zur Signalquelle entwickeln, und folglich wird der für eine adäquate Artikulation wesentliche Zusammenhang von Sprechen und Hören nicht hergestellt. Wir stellen also fest, daß beim Gehörlosen der zweite artikulatorische Kreis je nach Hörverlust mehr oder weniger stark unterbrochen ist.

4.) Da der Sprechapparat des Gehörlosen nicht zur Signalquelle werden kann, unterbleibt auch das Öffnen des dritten artikulatorischen Kreises; d.h. der Gehörlose kann das eigene und das fremde Artikulationsverhalten nicht vergleichbar wahrnehmen. Somit lernt der Gehörlose nicht das Imitieren fremder Äußerungen; sein eigenes artikulatorisches Vermögen kann er nicht in der Weise ausrichten, daß sich die selbst produzierten "Laute" mehr und mehr in ein vorgegebenes lautsprachliches System einfügen lassen. Der Gehörlose ist also ein "behinderter" lautsprachlicher Kommunikator.

3.1. Der "künstliche" Spracherwerb bei Gehörlosen

Zur grundsätzlichen Problematik des Gehörlosen aus phonetischer Sicht konnte bisher festgestellt werden, daß der Gehörlose nur deshalb zum Sprachtau-

ben wird, weil er seinen eigenen Sprechapparat wohl als Reizquelle, nicht aber als Signalquelle wahrnehmen kann. So erreicht er ohne weiteres das Stadium der Lallphase; denn der Sprechapparat ist in der Regel voll funktionstüchtig und als Reizquelle voll wirksam. Obwohl der Gehörlose tatsächlich über diese notwendigen Voraussetzungen für das Artikulieren verfügt, fehlt ihm vollends der Zugang zum "Lautlichen", welches sich primär nur über das Gehör als Gesprochen-Wahrgenommenes im PPN manifestiert. Folglich existiert der Laut oder das Phonem für den Gehörlosen nicht.

Dennoch praktiziert man in den Gehörlosenschulen seit vielen Jahrzehnten eine "künstliche" Lautsprachanbildung, die auch die phonetisch-lautsprachliche Entwicklung des Gehörlosen ermöglichen soll. Das Ziel der pädagogischen Bemühungen richtet sich allerdings auf verschiedene Teilbereiche des Spracherwerbs. Von phonetischer Seite interessiert uns jedoch ausschließlich der Aspekt der "künstlichen" Lautanbildung; darunter werden hier die vom Gehörlosenlehrer erstellten Artikulationsinstruktionen verstanden, die trotz Ausfall des Gehörsinns unter Zuhilfenahme anderer Sinnesmodi den Gehörlosen zum lautgerechten Artikulieren führen sollen.

Dieser Definition entnehmen wir drei verschiedene Aspekte, welche für den Vorgang der Lautanbildung wesentlich sind, [1]

1) Der Vorgang der Lautanbildung wird außerdem von den theoretischen Voraussetzungen der Gehörlosenpraxis beeinflußt. Dieser Aspekt, der eine umfangreiche Erörterung erfordern würde, wird bei diesen Überlegungen bewußt ausgelassen.

und zwar:

1.) den Gehörlosenlehrer,
2.) die Artikulationsinstruktionen,
3.) den Gehörlosen.

Bei der Lautanbildung stehen sie in einem bestimmten Zusammenhang, welcher in einem heuristischen Ansatz am ehesten mit einem kybernetischen Modell beschrieben werden kann.

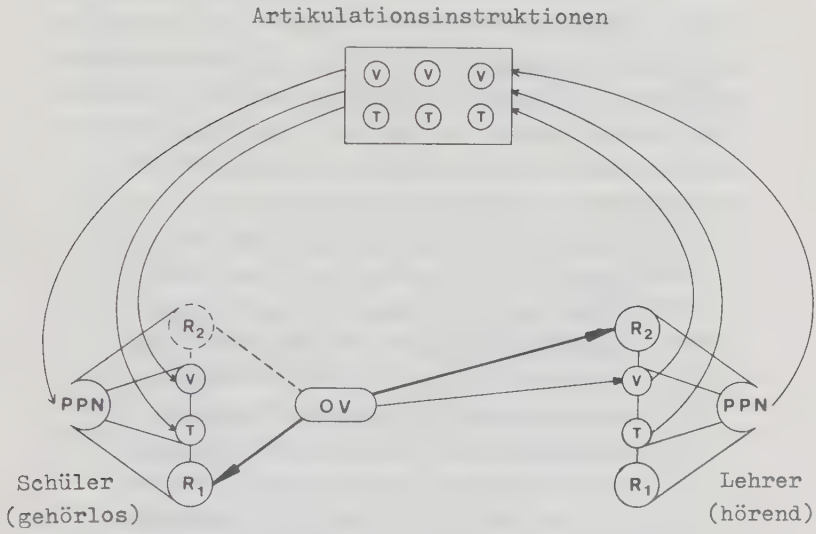
3.2. Versuch eines kybernetischen Modells der künstlichen Lautanbildung bei Gehörlosen

Die Lautanbildung vollzieht sich in einem kybernetischen Regelkreis; die Steuerbefehle werden hierbei allerdings nicht über direkte Rückmeldungen gegeben, sondern werden vom Gehörlosenlehrer als künstliche Artikulationsinstruktionen indirekt dem Gehörlosen vermittelt, dessen akustischen Ergebnisse wiederum auditiv vom Gehörlosenlehrer auf Übereinstimmung mit einem Modellstimulus bewertet werden. Folgende Skizze soll diesen Sachverhalt in groben Zügen veranschaulichen:

(s. Abb.3)

Das in dem Regelkreis ablaufende Geschehen können wir demnach wie folgt beschreiben:
Der Gehörlosenlehrer weiß aufgrund seiner ohrenphonetischen Kompetenz, wie lautgerecht artikuliert werden muß. Dieses Wissen setzt er in Artikulationsinstruktionen um, die den verbliebenen Sinnesmodi des Gehörlosen (visuell, taktil) entsprechen. Der Gehörlose nimmt diese Instruktionen auf und versucht daraufhin zu artikulieren. Zugleich nimmt der Gehörlosenlehrer dieses "Artikulieren" (OV-Verhalten) auditiv wahr und über-

Abb. 3 Die Lautabildung als Kreisprozeß



prüft es im Hinblick auf die phonetische Norm. Ja nach Erfolg wird vom Lehrer eine neue Kreisbewegung eingeleitet, bis seine Artikulationsinstruktionen beim Gehorlosen eine phonetisch adäquate Artikulation hervorrufen. [1]

Diese Beschreibung beschrankt sich darauf, wie eine künstliche Lautanbildung prinzipiell verläuft; sie sagt aber noch zu wenig darüber aus, was die drei Teilaspekte im einzelnen - phonetisch gesehen - bei diesem Prozeß leisten und was sie womoglich nicht leisten konnen. Diese Fragestellung soll in den folgenden Abschnitten ausführlicher

1) Aus lernpsychologischer Sicht kann dieses Geschehen sicherlich behavioristisch mit den Modellen der Konditionierung (Pawlow, Skinner) beschrieben werden.

behandelt werden.

3.2.1. Der Gehörlosenlehrer

Der Gehörlosenlehrer muß die phonetische Kompetenz des Ohrenphonetikers besitzen. [1] In dieser Eigenschaft braucht er zwei für die Entwicklung von Artikulationsinstruktionen unentbehrliche Fähigkeiten. Er muß in der Lage sein,

1.) sprachliche Äußerungen in Symbolfolgen zu transformieren; er verfügt also über ein Transkriptionssystem, welches ihm die entsprechenden Symbole liefert, mit denen er Artikulationsvorgänge beschreiben kann. Diese beziehen sich nach Tillmann "auf phänomenal gegebene (d.h. wahrnehmungsmäßig identifizierte, nicht aber apparativ gemenssene) Artikulationsvorgänge, die sich wiederum nach artikulatorischen Gesichtspunkten heuristisch klassifizieren, systematisieren lassen," (1974, S.15)

2.) das symbolisch-transkribierte- Artikulationsverhalten wieder lautlich zu reproduzieren.

---

1) An anderer Stelle wurde schon darauf hingewiesen, daß der Gehörlosenlehrer im Idealfall ein ausgezeichneter Ohrenphonetiker sein muß. Jeder lautsprachliche Kommunikator verfügt zwar anlagemäßig über die notwendigen Voraussetzungen einer ohrenphonetischen Kompetenz; er muß aber in entsprechender Weise geschult werden, damit er die Fertigkeit (das Transkribieren und Reproduzieren von Äußerungen) des Ohrenphonetikers erreicht. Deshalb ist es unbedingt notwendig, daß der angehende Gehörlosenlehrer während seines Studiums eine gründliche phonetische Ausbildung erhält.

Aus dem Vergleich der Artikulation des Gehörlosen mit der normgerechten Artikulation kann er abweichendes OV-Verhalten erkennen und daraus notwendige korrektive Artikulationsinstruktionen ableiten. In der Praxis bleibt allerdings die Frage offen,

1.) ob die subjektiv vorgenommene Identifikation des Artikulationsverhaltens Grundlage einer eindeutigen Transkription sein kann, und ob die zur Verfügung stehenden Notationssymbole ausreichen, das beim Gehörlosen auftretende artikulatorische Fehlverhalten adäquat zu beschreiben, [1)]

2.) inwieweit die daraus abgeleiteten Artikulationsinstruktionen den dem Gehörlosen verbleibenden Sinnesmodi gerecht werden können.

In diesem Zusammenhang erscheint auch derjenige Sachverhalt bemerkenswert, daß die Sprechäußerungen von gehörlosen Schülern für ihren Lehrer recht gut verständlich sind, während sie der normalhörende Laie gar nicht oder nur in geringem Maße verstehen kann. Schlußfolgernd darf man annehmen, daß der lang andauernde Umgang mit dem Sprechen von Gehörlosen die ohrenphonetische Kompetenz des Gehörlosenlehrers herabsetzen kann, so daß dieser daraufhin nicht mehr in der Lage ist, eine norm-

---

1) Auf dem von der DFG veranstalteten Kolloquim (München 1974) über die Sprechweise von Gehörlosen zeigte es sich, daß die von fünf erfahrenen Ohrenphonetikern durchgeführten Transkriptionen einer Gehörlosenäußerung teils erhebliche Abweichungen enthielten, woraufhin man

gerechte Artikulation durchzusetzen. Dieser Mangel läßt sich aber nur in der Weise beheben, indem man versucht, die normgerechte Artikulation in objektiverer Weise apparativ zu vermitteln.

3.2.2. Die Artikulationsinstruktionen

Da der Gehörlose, wie bereits geschildert, trotz fehlender auditiver Rückkopplung die Lautsprache erlernen soll, muß er bestimmte Artikulationsinstruktionen erhalten, welche ersatzweise als Anleitung und Steuerung dem Sprechenlernen dienen. Diese Instruktionen müssen so beschaffen sein, daß sie unter Berücksichtigung der phonetischen und phonologischen Kriterien der Zielsprache eine "Stimulierung phonementsprechender motorischer Vollzüge" (Schulte 1969,S.33) beim Gehörlosen hervorrufen können. Unter diesem Zielaspekt ist es notwendig, daß bei der Herstellung der Artikulationsinstruktionen zwei wesentliche Tatsachen berücksichtigt werden, nämlich:

1.) Die Sprechanweisungen können als Ersatzzeichen hauptsächlich nur über den taktilen und visuellen Sinn vermittelt werden.

2.) Bei den Sprechversuchen des Gehörlosen können nur über die begleitenden "Sprechempfindungen" (taktil, prepriozeptiv) Artikulationsmuster bemerkt und entsprechend gespeichert werden.

---

die Vermutung äußern kann, daß das Transkribieren bei den "irregulären" Sprechäußerungen von Gehörlosen nur begrenzt möglich ist.

Diesen Punkten folgend entscheidet sich die Effektivität einer Artikulationsunterweisung daran, ob es gelingt, dem taktilen und visuellen Sinn entsprechend adäquate Ersatzzeichen aufzubauen, welche weiterhin diejenigen sprechmotorischen Vollzüge beim Gehörlosen veranlassen, wodurch bei ihm eine stabile merkmalstarke Sprechempfingung entsteht.

Das Sprechenlehren und -lernen vor dem Artikulationsspiegel kann als die klassische Artikulationsunterweisung angesehen werden; bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt zeigt sich darin immer noch die gebräuchlichste Methode, welche an den Gehörlosenschulen praktiziert wird. Dafür gibt es aber auch gute Gründe. Der Artikulationsspiegel ist nämlich ein recht einfaches und wirkungsvolles Medium in der pädagogischen Situation der Sprechunterweisung; über das Absehen der Sprechbewegungen beim Lehrer wird das gehörlose Kind unmittelbar zur Nachahmung stimuliert. Der Erfolg der Sprechversuche kann wiederum leicht über das Absehen vom Spiegel am Sprechmodell des Lehrers kontrolliert werden. Über optische Stimuli hinaus können in der gleichen Situation taktile Hinweise gegeben werden, welche gleichzeitig zusätzliche Sprechinformation liefern.

Trotz dieser Vorteile darf nicht übersehen werden, daß die Artikulationsinstruktionen über das Absehen nur eine begrenzte Information geben können; denn wie Alich (1960) in umfangreichen Untersuchungen nachweisen konnte, sind die "Kineme" (sichtbare Sprechbewegungsgestalten), welche beim Absehen wahrgenommen werden, äußerst schwa-

che Sprachzeichen von geringer Prägnanz. Weiterhin ergibt sich für den Gehörlosen der Nachteil, daß den etwa 40 Phonemen der deutschen Sprache ein kineologisches System mit lediglich 11-12 "Kinemen" gegenübersteht. Da also der größte Teil der Phoneme im Mundinnern, das normalerweise dem Auge verdeckt bleibt, realisiert werden, müssen bei der Lautanbildung Mittel verwendet werden, die einer natürlichen Sprechbewegung abträglich sind. So wird beispielsweise vom gehörlosen Kind eine größere Kieferöffnung verlangt, um die Zunge bei ihrer Bewegung und Formung besser beobachten zu können. Diese extremen Kiefereinstellungen haben aber zur Folge, daß die Zunge kompensatorische Gegenbewegungen ausführen muß, um einen lautgerechten akustischen Output zu erreichen. Diese abweichenden Bewegungsausführungen können sich schließlich beim Gehörlosen so verfestigen, daß sich daraus das für den Gehörlosen "typische" Sprechverhalten entwickelt.

Es zeigt sich gerade bei der Zungenartikulation, wie schwierig es ist, hierfür adäquate Artikulationsinstruktionen zu geben; deshalb ist es nicht auszuschließen, daß das gehörlose Kind ohne klare Zielvorstellung häufig auf gut Glück Bewegungen ausführt, bis sich zufällig das gewünschte Resultat einstellt, worauf der Lehrer mit einer Verstärkung reagiert. Doch ist damit der Erfolg noch nicht gesichert; denn dieser gelungene Artikulationsvorgang muß in darauffolgenden Versuchen wiederholt gelingen, bis er automatisiert ist und zum gesicherten Besitz des gehörlosen Sprechers wird. Wegen dieser Hindernisse und

Schwierigkeiten ist der Artikulationsunterricht nach wie vor für den Lehrer als auch für den Schüler ein mühseliges Unterfangen, dessen Ergebnis letztlich immer noch das "schwer verständliche Sprechen" des Gehörlosen ist.

Aufgrund dieser unbefriedigenden Situation wurden in der letzten Zeit verschiedene technische Hilfsmittel entwickelt, die zur Kontrolle und Steuerung von Artikulationen herangezogen werden können. In der Regel sind es Geräte, welche die akustische Signalinformation in geeignete visuelle bzw. taktile Information mit oder ohne vorhergehende Analyse umwandeln. Hierbei kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung, und zwar hinsichtlich der optischen Darstellung

1.) die Darstellung komplexer spektraler Information - z.B. nach den Visible-Speech-Verfahren (Tonhöhenschreiber, Leuchtstandhöhenanzeiger, Lissajous-Figuren) - (vgl. Schulte, 1969, Heike, Riek, Thürmann 1974)

2.) die Indikatoren definierter akustischer Parameter (z.B. S-Indikator, Nasalindikator)

und hinsichtlich der taktilen Information

1.) Vibrationen über die einkanalige Sprachschallvermittlung (über Knochenleitung)

2.) Vibrationen über mehrkanalige Schallübertragung (elektro-kutan und mechano-kutan, Fonator-Systeme) - (vgl. Schulte, Roesler, Ding 1969)

Alle Verfahren haben aber den Nachteil, daß es sich hierbei "um indirekte und in unbekanntem Ausmaß mehrdeutige Korrelationen mit den Artikulationsvorgängen" (Heike, Riek, Thürmann 1974 S.61) handelt, so daß diese Korrelationen von den Gehörlosenschülern erst erlernt werden müssen. Darüberhinaus können sie auch nicht die Information geben, wie der Gehörlose tatsächlich artikuliert und wie er mit seinem Sprechapparat umgehen muß, um ein lautgerechtes Resultat zu erzielen, sondern können bestenfalls dazu dienen, bereits erlernte Artikulationseinstellungen und -bewegungen zu festigen. Somit sind diese Verfahren für die Artikulationsinstruktion beim Sprechenlernen nur begrenzt brauchbar. Außerdem muß man feststellen, daß bisher experimentell noch nicht ausreichend ermittelt wurde, bis zu welchem Grad und mit welchem Zeitaufwand das Lernen mit den oben genannten Verfahren möglich ist.

Da Artikulationsinstruktionen das Ziel verfolgen, "die bewußte Kenntnis und Beherrschbarkeit der artikulatorischen Möglichkeiten des Produktionsapparates auszubilden" (Heike, Rieke, Thürmann 1974,S.67) und Artikulationsmuster erlernbar zu machen, die einen hinreichend adäquaten akustischen Output ergeben, kann zumindest der Weg als aussichtsreicher angesehen werden, der es ermöglicht, weit mehr optische artikulatorische Information zu vermitteln. Hier bietet sich die Lösung an, die Ansatzrohrkonfigurationen in der Seitenansicht oder im Querschnittsverlauf sichtbar zu machen, wie es z.B. prinzipiell mit dem Röntgen-

verfahren (womöglich auch in Zukunft mit dem Ultraschall-Verfahren) oder durch die akustogenetische Rückrechnung möglich ist. [1] Zwar können auch diese Verfahren noch keine unmittelbare Steuerung der Artikulatoren bewirken; sie ermöglichen aber einen visuellen Feedback, aufgrund dessen der Gehörlose über die propriozeptive Eigenwahrnehmung hinaus tatsächlich genau erfahren kann, was er mit seinen Artikulatoren ausführt.

Somit wäre ein komplexes Lehr- und Lerngerät vorstellbar, das als Grundausstattung den konventionellen Artikulationsspiegel enthält, weiterhin aber mit einer Bildschirmdarstellung des seitlichen Artikulationstraktes ausgestattet ist; diese Einrichtung sollte noch ergänzt werden "durch eine Reihe produktionsbezogener akustischer Merkmale, u.a. Stimmhaftigkeit, Turbulenzlautbildung, Tonhöhenverlauf, Lateralität, Vibrantbildung" (Heike, Rieke, Thürmann 1974, S.68)

3.2.3. Der Gehörlose

Im "kybernetischen Modell der Lautanbildung" nimmt der Gehörlose selbst einen entscheidenden Stellenwert ein; denn nur durch seine Aktionen und Reaktionen kann schließlich das erstrebte Ziel einer lautgerechten Artikulation erreicht werden. Deshalb soll nachfolgend untersucht werden, welche besonderen Merkmale an ihm auf welche

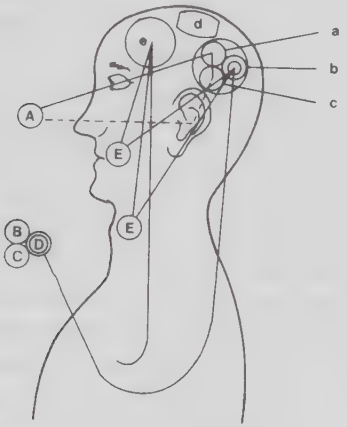
1) Hierbei taucht allerdings die Schwierigkeit auf, daß sich einem akustischen Sprachsignal mehrere verschiedene Ansatzrohrkonfigurationen zuordnen lassen.

Weise den Prozeß der Lautanbildung beeinflussen. Weiterhin stellt sich die Frage, was der Gehörlose als Artikulationsschüler unter dem genannten Zielaspekt leisten muß. Eine Darstellung von Kraft (1914) soll zunächst die komplexen Vorgänge bei einem gehörlosen Artikulationsschüler veranschaulichen. (s. Abb. 4)

In dieser Darstellung sind die wesentlichen Teilaspekte, welche während der Lautanbildung beim gehörlosen Schüler gebeben sind, aufgezeigt. Diese Teilaspekte können in ihrem Wirkungsgefüge allerdings nicht explizit dargestellt werden; deshalb soll die folgende Beschreibung den funktionellen Zusammenhang nur in groben Zügen verdeutlichen, dem Vorgang folgend von den Artikulationsinstruktionen bis zum reproduzierenden Verhalten.

Die nachfolgende Darstellung macht deutlich, in welch vielfältiger Weise des Gehörlosen beteiligt ist, um die Artikulationsinstruktionen, welche die Ersatzzeichen zur Verdeutlichung der phonetischen und phonologischen Kriterien des Deutschen enthalten, vom Lehrer aufzunehmen. Da diese Instruktionen die "Stimulierung phonementsprechender motorischer Vollzüge" (Schulte 1969, S.33) zum Ziele haben, sind ihre Anweisungen zumindestens differenziert nach Artikulationsorgan und Artikulationsbewegung (Artikulationsort und -stellung) und schließlich nach der Artikulationsart, wie Überwindungsmodus, Dauer, Intensität, Stimmgabe, Stimmdruck und Stimmlage. Diese zahlreichen Angaben müssen vom Gehörlosen berücksichtigt werden, damit darauffolgende Realisierungen

Abb. 4 Schematische Darstellung der physisch-psychischen Sprachvorgänge bei einem Artikulationsschüler (nach Kraft (1914), S. 77)



A. Sprechender Mund des Lehrers.

B. Hauchender Mund des Lehrers.

C. Kehlkopf des Lehrers.

D. Abfühlende Hand des Lautsprachschülers.

E. Artikulationsstelle. (Ausgangsstellen bewußt werdender Sprechempfindungen.)

a. Optisches Zentrum des Taubstummen für Wortbilder (Absehbilder).

b. Taktiles Zentrum des Taubstummen für Lautempfindungen.

c. Akustisches Zentrum des Taubstummen für Lautempfindungen.

a + b + c. Wortzentrum des Taubstummen.

d. Begriffszentrum

e. Motorisches Zentrum.

Die Dreiecke deuten Verbindungsbahnen an.

A, B, C. Sphäre der Sprechempfindungen objektiven Ursprungs.

E. Sphäre der Sprechempfindungen subjektiven Ursprungs.

Sprachlaute ergeben. [1]

Sprechenlernen bedeutet für den Gehörlosen vor allem, diejenigen Bewegungen lernen, welche zu Sprachlauten führen. Die entsprechenden Ausführungsorgane sind die Lippen, der Unterkiefer, das Velum und vor allem die Zunge mit ihren vielseitigen Bewegungsmöglichkeiten. Beim Sprechbewegungsablauf müssen ihre Bewegungen in bestimmter Weise koordiniert werden, so daß zur Erzeugung eines Lautes oder einer Lautverbindung oftmals ein kompliziertes Zusammenspiel dieser Organe notwendig ist. Es stellt somit eine eigene kognitive Leistung dar, wenn der Gehörlose aus den Instruktionen des Lehrers diejenigen Orientierungspunkte abzuleiten vermag, welcher er für die Ausführung der Sprechbewegung benötigt. Ihm wird eine adäquate Ausführung häufig erst in mehreren Versuchen gelingen, zumal die Instruktionen des Lehrers, wie schon ausgeführt, nicht mit aller Deutlichkeit den Bewegungsvollzug darstellen können.

Da Sprechbewegungen gelernt werden wie andere Körperbewegungen (vgl. Schuy 1954,S.10), müssen die artikulatorischen Hinweise vom Artikulationsschüler in eine "Bewegungsvorstellung" umgesetzt

---

1) Aus diesem Grunde verlangt der Artikulationsunterricht vom Gehörlosen ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Konzentration. Zudem ist es recht schwierig, beim Gehörlosen eine zugkräftige Motivation für das Sprechenlernen aufzubauen; denn im Anfangsunterricht kann der Gehörlose nur in geringem Maße erleben, welche Funktion das Sprechen oder die Sprache eigentlich hat.

werden; erst daraufhin können die entsprechenden motorischen Vollzüge in einem Bewegungsentwurf ablaufen, dessen Resultat mehr oder weniger annähernd einem Sprachlaut entspricht. Während dieser Bewegungsausführung werden dem Schüler über die Eigenwahrnehmung die "Sprechempfindungen" bewußt, welche er anhand bestimmter Merkmale speichern kann, nachdem der Lehrer das gelungene OV-Verhalten bestätigt hat. So baut sich schrittweise bei ihm intern ein Sprechbewegungsmodell auf, wobei jedoch nicht sichergestellt werden kann, ob dieses dem normativon Sprechverhalten entspricht.
Die Beschreibung der künstlichen Lautanbildung als Kreisprozeß orientierte sich an den Phänomenen, welche einem Beobachter des Artikulationsunterrichtes jederzeit zugänglich sind. Darüberhinaus gingen Überlegungen ein, die mehr oder weniger aufgrund ihrer Plausibilität nachweisen konnten, daß bestimmte Faktoren, welche den Prozeß der Lautanbildung mit konstituieren, den Erfolg des angestrebten Lernzieles beeinträchtigen können. [1)]

3.2.3.1. Der Gehörlose als psycho-physisches System

In dieser Untersuchung geht es vornehmlich darum, die verschiedenen Faktoren, die das irreguläre Sprechverhalten des Gehörlosen verursachen, festzustellen; ferner interessieren aber auch

---

1) Diese Einsichten können an späterer Stelle der Erklärung dienen, warum der Gehörlose in der Regel "schwer verständlich spricht".

die Produktionsbedingungen, über die der Gehörlose hinsichtlich seiner artikulatorischen Vollzüge verfügt und deren Kenntnis für die spätere Interpretation der Daten verwendet werden kann. Damit rückt der Gehörlose als psychophysisches System in den Vordergrund, welches für die Phonetik allerdings noch ein recht unbekannter Gegenstand ist. Dennoch gibt es verschiedene phonetische Ansätze, die Teilaspekte dieses Systems (des Sprechers) untersucht und die aufgrund von Beobachtungsdaten und Plausibilitätsbeweisen Modelle für die internen Verarbeitungsprozesse des Kommunikators entwickelt haben. Diese Modelle sollen in analoger Anwendung den Sprechlernprozeß und den Artikulationsvorgang, wie er beim Gehörlosen intern abläuft, versuchsweise in seinen kybernetischen Aspekten zur Darstellung bringen.

Wie an anderer Stelle schon festgestellt wurde, ist das psychophysische System des Gehörlosen für das Sprechenlernen mangelhaft ausgestattet; denn während für das natürliche Sprechenlernen zwei Rückmeldesysteme erforderlich sind, verfügt der Gehörlose nur über das artikulatorisch-propriozeptive Rückmeldesystem. Somit lernt er das artikulatorische OV-Verhalten nur als Reizquelle kennen; für die Lautbildung bedeutet dieses, der Gehörlose kann nur über die taktil-kinästhetischen Wahrnehmungsmechanismen, wie sie im Sprechapparat vorhanden sind, seine artikulatorischen Vollzüge steuern. Ungeheuer (1960, S.320) unterscheidet inbezug auf diesen Wahrnehmungsmodus folgende Mechanismen:

"1.) taktile Wahrnehmungen (Berührungsqualitäten beim Anlegen der Zunge an den Gaumen, der Zunge an die Zähne, der Lippen aneinander, usw.),

2.) kinästhetische Wahrnehmungen (Bewegungsgestalten der Sprechorgane, beispielsweise des Unterkiefers, der Zunge, vor allem aber der artikulatorischen Bewegungsganzheit),

3.) propriozeptive Wahrnehmungen (der "Muskelsinn", der bereits bei der kinästhetischen Wahrnehmung eine Rolle spielt, der aber auch die nicht in Bewegungen umgesetzten Muskelspannungen, die Kontraktionen und Dehnungen der Ansatzrohrwände fühlbar macht),

4.) vibratorische Wahrnehmungen (Vibrationen der Stimmlippenschwingungen)."

Schon während der Lallphase lernt der Gehörlose diese Mechanismen aufgrund der sensomotorischen Rückkopplung als Rückempfindungen kennen; das heißt, das Nervensystem ist frühzeitig in der Lage, anhand dieser Wahrnehmungsqualitäten zu entdecken, daß es dieses Verhalten selbst durchgeführt hat und daß es aufgrund von analysierten und gespeicherten Regularitäten dieses Verhalten willkürlich reproduzieren kann. Tillmann beschreibt diese Leistung des psycho-physischen Systems mit folgenden Worten: "Nur afferent merkt das Nervensystem, was es efferent tut, und da es über alle charakteristischen Eigenschaften eines datenspeichernden Systems ver-

fügt, kann es, was es so bemerkt hat, sich auch merken" (1970,S.19) und "dieses wahrgenommene Verhalten liefert die Orientierung für geplantes Verhalten" (1970,S.20).
Somit verfügt der Gehörlose bezüglich seines Sprechapparates über die generellen Voraussetzungen für die willkürliche Durchführung von artikulatorischen Verhaltensplänen, auf die der Gehörlosenlehrer im Artikulationsunterricht aufbauen kann. Während das gehörlose Kind Lallmonologe, die Verhaltenspläne implizieren, spontan erzeugt, bedarf es für die Erzeugung einzelner Laute und Lautfolgen einer vielseitigen Unterstützung von Seiten des Gehörlosenlehrers. Da sich das Phonemsystem einer Sprache nur auditiv erschließen läßt, fehlt dem Gehörlosen der natürliche Zugang zu diesem Zeichensystem. Wenn aber dennoch in den Gehörlosenschulen versucht wird, daß das gehörlose Kind das Artikulieren lernt, so ist dieses Sprechenlernen zwar möglich, aber sehr schwierig und in keiner Weise mit dem Sprechenlernen hörender Kinder vergleichbar.
Der Gehörlosenlehrer beabsichtigt bei der Artikulationsunterweisung eine "Stimulierung phonementsprechender motorischer Vollzüge" (Schulte 1969,S.33); falls das gehörlose Kind aufgrund einer adäquaten Stimulierung phonementsprechend artikuliert, so hat es zwar für den hörenden Lehrer ein Phonem erzeugt, für das gehörlose Kind hat dieser motorische Vollzug aber eine ganz andere Qualität, denn es nimmt während des motorischen Vollzuges nichts anderes als "Sprechempfindungen" wahr. - Dieser Begriff soll zunächst das Phänomen

dieser bestimmten Wahrnehmung grob umreißen. - Da das gehörlose Kind tatsächlich irgendwie mehr oder weniger gut das Sprechen erlernt, muß man annehmen, daß die "Sprechempfindungen" ersatzweise als Zeichenmaterial verwendet werden können, das heißt, an den "Sprechempfindungen" müssen sich Merkmale auffinden lassen, die zahlreich genug sind, die sich gut identifizieren und damit diskriminieren lassen, die miteinander kombinierbar sind, so daß auch Merkmalsbündel zum Zeichen werden können.

Das auf diese Weise konstruierte Zeichenmaterial muß schließlich so umfassend sein, daß das Phonemsystem der Zielsprache adäquat ersetzt werden kann. Dieser so entstehende phonementsprechende Zeichenkörper wird in der Literatur auch als "Lalem" bezeichnet; Alich führt dazu aus: "Während aber Forchhammer das Lalem als Organeinstellung erläutert, wollen wir darunter die spezifischen Sprechbewegungen verstehen, die zur Erzeugung eines Phonems erforderlich sind." (1960,S.5) Somit müßte dem Phonemsystem von hörenden Sprechern einer bestimmten Sprache ein Lalemsystem auf Seiten des gehörlosen Sprechers entsprechen.

Nach diesen Ausführungen soll das Sprechenlernen des Gehörlosen noch einmal vergegenwärtigt und dabei vor allem die psychophysische Leistung des Gehörlosen berücksichtigt werden. Während sich das Sprechenlernen des hörenden Kindes spontan und natürlich vollzieht, ist es für das gehörlose Kind ein künstlicher Vorgang, der sich nur mühsam und unter bewußter Lenkung fortentwickelt.

Der Gehörlosenlehrer gibt seine Instruktionen an das gehörlose Kind mit dem Ziel, ein phonementsprechendes Lalemsystem bei ihm zu entwickeln, obwohl er selbst als Hörender gar nicht weiß aus welchen Merkmalen sich dieses Lalem beim Gehörlosen intern manifestiert. [1] Deshalb muß der Lernprozeß teilweise ungesteuert verlaufen; das bedeutet, Erfolgerlebnisse bleiben häufiger aus. Das Lehrziel des Lehrers besteht zwar darin, daß das gehorlose Kind es lernt, reguläre Sprechbewegungen auszuführen; doch muß der Gehorlose dieses intern um "das Lernen von ganz bestimmten Sprechempfindungen" erweitern. Dieses Erlernenkonnen soll als die wesentliche psychophysische Leistung des Gehorlosen angesehen werden.

Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden, die bestimmten Verarbeitungsprozesse, welche das psychophysische System des Gehorlosen durchführt, anhand eines Informationsflußdiagramms (vgl. Schnabel 1972,S.68 ff) zu verfolgen und in deskriptiver Weise zu erortern. Dabei muß berücksichtigt werden, wie auch Schnabel ausführt, "daß es sich dabei um modellmäßige, d.h. gedankliche Hypothesen handelt, die sich von reinen Spekulationen allerdings dadurch unterscheiden, daß sie von moglichst gesicherten oder wahrscheinli-

---

1) In einem Gesprach schilderte ein Gehorlosenlehrer, wie er einem Kind den Verschlußlaut /k/ anbildete. Dieser Laut machte dem Kind besondere Schwierigkeiten.
Das Ergebnis dieser Bemühungen beschrieb er mit folgenden Worten: "Plotzlich bemerkte ich, - jetzt hat er es, obwohl ich eigentlich nicht wußte, was er hat.

chen Prämissen ausgehende Überlegungen darstellen, die eine gewisse Konsistenz mit den beobachteten Phänomenen aufweisen" (1972,S.72)
Das Modell unterscheidet grundlegend die Vorgänge der Aufnahme (Perzeption) und der Verarbeitung (Apperzeption) einer "Nachricht". Ausgangspunkt des Informationsflusses ist der Sprechapparat, welcher ein komplexes Wahrnehmungssystem darstellt (vgl. Abb. 5) und diejenigen Rezeptoren enthält, aufgrund deren eine taktile, kinästhetische, propriozeptive und vibratorische Wahrnehmung möglich ist. Wir setzen voraus, daß der Gehörlose mit den Effektoren seines Sprechapparates aufgrund bestimmter Anweisungen im Artikulationsunterricht mit dem Ziel der Lauterzeugung irgendwelche motorischen Vollzüge durchführt und dieser Vorgang über verschiedene Rückkopplungsmechanismen zurückgemeldet wird. Diese Rückmeldung geschieht unmittelbar, da der Sprechapparat als Reizquelle wirkt und folglich Reize in Form bestimmter Erregungen ausschickt, die spezifischen Bahnen folgend, schließlich in einer als Endprodukt der Informationsverarbeitung zu bezeichnenden Erregung anfallen,"welche dann letztlich quasi als "Perzeptionsreiz" im Bewußtsein eine entsprechende Empfindung hervorrufen"(Spreng 1965,S.82). Diese Form der Informationsaufnahme wird mit dem Begriff der "Perzeption" umschrieben; hier bezieht er sich in spezieller Weise auf den Vorgang der Zeichenerkennung, wie er für die Manifestierung von Lalemen notwendig ist. Der Gesamtvorgang der Perzeption läßt sich in mehrere Phasen zerlegen, von denen jeweils eine Phase auf der vorhergehenden aufbaut. Nach Schnabel (1972) unterscheiden

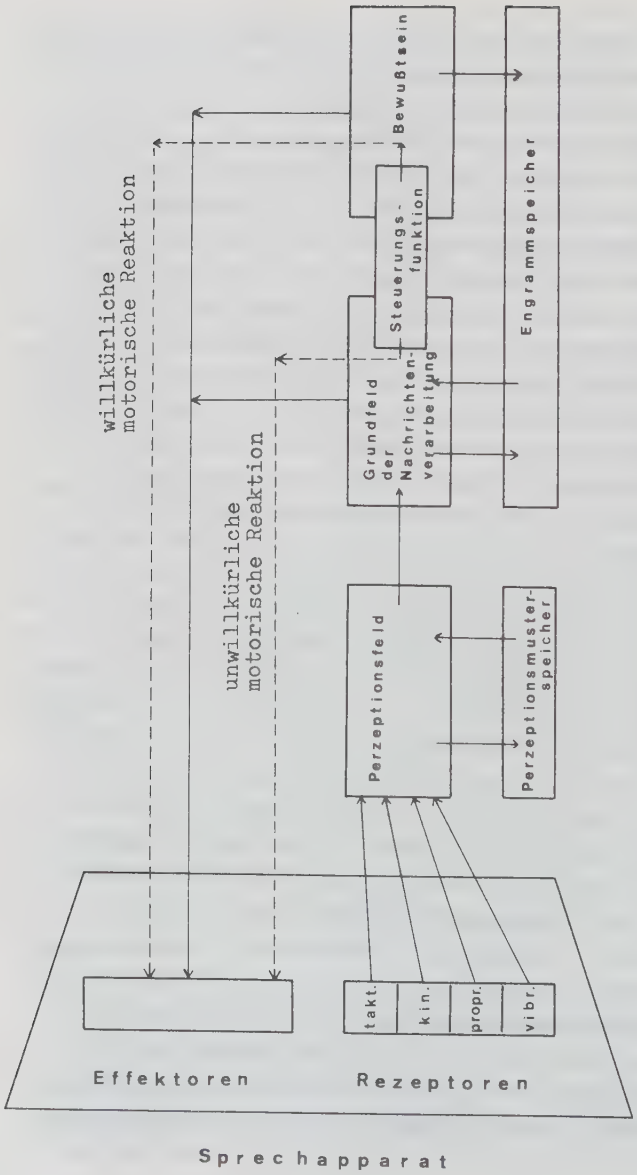


Abb. 5 • Verarbeitungsfelder im psycho-physischen System
(von Schnabl (1972) übernommen und erweitert)

wir demnach

1.) die Rezeption,
2.) die Identifizierung und
3.) die Anzeption.

1.) Die Rezeption

Unter Rezeption wird hier derjenige Primärvorgang verstanden, welcher beim Sprechen durch die Reizquelle des Sprechapparates unmittelbar verursacht wird, insofern ein adäquater Reiz eine Umformung zu einer empfängerinternen Information bewirkt. Diese Rezeptionsphase ist dann abgeschlossen, wenn diese Informationen vom Reizvorgang über die verschiedenen Umwandlungsprozesse auf den Nervenbahnen das Gehirn erreicht haben, wo sie in einer zentralen Instanz weiterverarbeitet werden. Da der Sprechapparat als Reizquelle mit seinen verschiedenen Rezeptoren in einem gesonderten Abschnitt behandelt wird, soll diese Ausführung hier genügen.

2.) Die Identifizierung

Da die Zeichenerkennung das eigentliche Ziel der Perzeption ist, muß in einer weiteren Phase die Signalidentifizierung erfolgen. Hiermit ist ein Vorgang angesprochen, mit dessen Hilfe über einen Abtastprozeß oder nach dem Modell einer Lernmatrix wesentliche Elemente aus dem Signaleingang ausgewählt werden (Perzeptionsfeld). Diese Auswahl geschieht durch einen Vergleich, indem konkrete Ereignisse mit einer Zahl bereits bekannter Ereignisse in Beziehung gesetzt werden und festgestellt wird, ob eine Überein-

stimmung oder eine Ähnlichkeit zwischen ihnen besteht. Bezüglich dieser Verarbeitungsphase muß angenommen werden, daß neben dem Perzeptionsfeld ein Perzeptionsmusterspeicher, der die zu identifizierenden Signale enthält, zur Verfügung steht. Stimmt ein rezipiertes Signal mit einem bekannten, erlernten Signal nicht in den wesentlichen charakteristischen Merkmalen überein, so kann eine Identifizierung nicht erfolgen, weil das entsprechende Muster nicht gespeichert war; folglich wird es weiteren Verarbeitungsprozessen zugeführt.
Somit beginnt schon an dieser Stelle der Strukturierungsprozeß von Signalelementen, die letztlich die Gestaltbildung vorbereiten, welche der Gehörlose auf der Zeichenebene nach unserer Vermutung als Lalem erkennt.

3.) Die Anzeption

Mit der Anzeption endet der Perzeptionsvorgang; in dieser Phase wird die verbliebene Information an ein zentrales, aber nicht bewußtes Verarbeitungsfeld oder an das Bewußtsein weitergeleitet. Das genannte Verarbeitungsfeld wird hier als zentrales Grundfeld der Nachrichtenverarbeitung bezeichnet, in dem bewußtseinsfähige (noch nicht bewußte) Nachrichteninhalte verarbeitet werden. Schnabel betrachtet die Bewußtwerdung als einen dynamischen Vorgang, der als Informationsfluß zwischen zwei Feldern sich ereignet, nicht aber als einzelne Feldeigenschaft auftritt (vgl. Steuerungsfunktion). So kann man vor allem in dieser Phase ein "Bewußtwerdungsprinzip" erkennen, wel-

ches darin besteht, daß die Fälle der richtigen oder falschen Identifizierung möglicherweise nur das Grundfeld der Verarbeitung erreichen und dort "nicht bewußt" einen semantischen Bezug erhalten oder andernfalls bezüglich des artikulatorischen Prozesses unwillkürliche motorische Reaktionen hervorrufen, während andrerseits der Fall der Nichtidentifizierung ins Bewußtsein vordringt und dort beim Empfänger das Erlebnis auslöst, daß einige Signale nicht identifiziert werden konnten. Letzteres bedeutet für die Sprechversuche des Gehörlosen, daß er bei einer gelungenen Lauterzeugung (die Bestätigung erhält er vom Lehrer) Sprechempfindungen bewußt wahrnimmt, die neue Merkmale aufweisen und welche in dieser bestimmten Verbindung ein phonementsprechendes Lalem konstituieren; dieses kann unter bestimmten Voraussetzungen wiederum reproduziert werden, bis es über die verschiedenen Rückkopplungsschleifen soweit automatisiert ist, daß es als dieses bestimmte Muster in einem "nicht bewußten" Speicher abgelegt werden kann. Andrerseits führt eine mißlungene Artikulation zu einem wiederholenden Versuch, indem neue willkürliche motorische Aktionen durchgeführt werden.
Somit ist das "Bewußtwerdungsprinzip", welches bestimmte Steuerungsfunktionen beinhaltet, Teil eines allgemeinen Rückkoppelungssystems, auf dessen Basis letztlich das bewußte Sprechenlernen des Gehörlosen zu verstehen ist.

Die letzten Ausführungen bezogen sich schon teilweise auf den Bereich der Apperzeption, der hier aber nicht weiter behandelt werden soll, da einmal für diesbezügliche Überlegungen zu vage Hypothesen eingehen müßten und da andrerseits hier auch nur die Absicht verfolgt wurde, einige wesentliche Funktionen aufzuzeigen, die für das Erlernen des Artikulierens beim Gehörlosen als notwendig angesehen werden müssen.

4. Der Sprechapparat als Wahrnehmungssystem

Der Sprechapparat umfaßt die Mündhöhle und diejenigen Mundorgane, die sich oberhalb der Stimmlippen befinden. Er besteht anatomisch aus sich überdeckenden Teilen, wie Lippen, Kiefer, Zähne, Zunge, Gaumen und Rachen. Die Mundhöhle ist allseitig mit Schleimhaut überzogen. Lippen, der weiche Gaumen, die Rachenwand und vor allem die Zunge sind mit einer komplexen Muskulatur ausgestattet. In der Mundhöhle befinden sich chemorezeptive Regionen und fast überall Mechanorezeptoren. Mit dieser Ausstattung stellt der Mund ein komplexes Wahrnehmungssystem dar.

4.1. Primärfunktionen der Mundorgane

Die phylogenetisch ältere und damit primäre Funktion des Mundes besteht in der Nahrungsaufnahme. Für den Säugling ist der Mund vornehmlich ein Saugapparat; in dieser Eigenschaft umschließen die Lippen und der vordere Teil der Zunge die Brustwarze der Mutter, so daß mittels der taktilen Feinheit dieser Organe das Saugen als lustbetont erlebt wird. Wenig später erhält der Mund

aber eine zusätzliche Funktion, nämlich dadurch, daß er zur haptischen Erkundung der nahen Umwelt eingesetzt wird (vgl. Gibson 1973,S.181 f). Indem das Kleinkind Gegenstände in den Mund steckt und sie mit seinen Lippen und des weiteren im Mundinneren mit der Zunge abtastet, kommt es zur Informationsaufnahme, so daß es frühzeitig über diese Manipulationen die spezifischen Objektqualitäten wie Form, Größe, Körnigkeit, Konsistenz und Textur kennenlernt. Zum anderen erlebt es über die Eigenreizung seiner Mundwerkzeuge dessen ureigene Sinnesqualität, und weiterhin erfährt es, wie deren Möglichkeiten und Gesetzmäßigkeiten zur Bewegungsausführung beschaffen sind.
Die Nahrungsaufnahme des Kleinkindes führt schließlich über das Saugen zum Kauvorgang. Während die Lippen hauptsächlich der Einführung der Nahrung dienen, vollzieht sich der Kauvorgang wesentlich mit Hilfe der Zunge und der Zähne im vorderen Teil der Mundhöhle. Die Zunge hat hierbei die Aufgabe, die Nahrungssubstanzen abzutasten, d.h. es werden die schon genannten Objektqualitäten festgestellt, woraufhin diese je nach ihrer Beschaffenheit einem entsprechendem Kaudruck unterzogen werden. Der Kaudruck wird in der Regel in sehr fein abgestimmter Weise der Härte des Bissens angepaßt. F.v.Cube führt dazu aus: "Dies kann nur dadurch erreicht werden, daß Meßfühler die Härte des Bissens genau registrieren, die jeweilige Härte an das Nervensystem weiterleiten und von dort her der richtige Kaudruck eingestellt wird. Wir haben also offenbar einen Regelkreis mit allen bekannten Teilgliedern (Meßfühler, Rückmeldung, Stellwerk etc.) vor uns." (1967,S.132)

Bei Rohracher gehen die Erläuterungen bezüglich des Kaudrucks weiter: "Der Meßfühler besteht aus Empfindungen und Erfahrungen, kurz gesagt, in der Härtewahrnehmung - also in einer Wahrnehmung, einem psychischen Vorgang und nicht in einem physiologischen Prozeß" (1961,S.12) Demnach geht der Druckregulierung die Härtewahrnehmung voraus; erst daraufhin erfolgt die Regulierung, indem mit Hilfe einer zielgerichteten und absichtlichen Handlungsweise ein angepaßter Druck hergestellt wird. Somit zeigt sich im Kauvorgang ein Ablauf, an dem sowohl das automatisch physiologische als auch das bewußte psychische System beteiligt sind. Wir wollen lediglich konstatieren, daß bei diesem Vorgang wiederum Rückkopplungsmechanismen eine adäquate Handhabung dieser Mundwerkzeuge garantieren.
Der Schluckvorgang ist das letzte Glied im Vollzug der Nahrungsaufnahme. An diesem ist entscheidend der hintere Teil der Zunge beteiligt, da er die gekaute Masse zum Schlund befördert, wo sie unmittelbar durch das Schlucken in die Speiseröhre gelangt.

Nach diesen Ausführungen können wir den Sprechvorgang als Sekundärfunktion betrachten, d.h. die Mundhöhle und die Mundwerkzeuge mit ihren spezifischen Eigenschaften für die Primärfunktion werden zum Sprechapparat umfunktioniert. Somit haben die genannten spezifischen Eigenschaften unmittelbare Bedeutung für den Sprechvorgang. Schlußfolgernd kann man annehmen, daß der Mund ein komplexes haptisches System darstellt, welches hinsichtlich seiner Sensibilität vorzüglich

die Lippen, die Vorderzungen und die vordere Mundhöhle umfaßt. Bezüglich der Artikulation von Gehörlosen dürften Laute in diesem Bereich am ehesten gelingen. Weiterhin kann man feststellen, daß im Rahmen der Primärfunktionen alle wesentlichen Rückkopplungsmechanismen ausgebildet werden, so daß letztlich das Kleinkind und hier vor allem das gehörlose Kleinkind das OV-Verhalten des Sprechapparates in seiner primären Funktion in wesentlichen Teilen frühzeitig über die Reizquelle beherrschen lernt.

4.2. Die Sekundärfunktion der Mundorgane (Artikulation)

Einer verständlichen Sprechweise liegt phonetisch gesehen eine präzise Artikulation zugrunde; um diese zu gewährleisten, müssen die aktiven Teile - wie Lippen, Unterkiefer, Velum und die Zunge - in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum wohlabgestimmte, zielorientierte Bewegungen ausführen. Folglich ist es notwendig, daß jene Ausführungsorgane durch eine steuernde Instanz - über die neurophysiologische Kette - Befehle erhalten, und daß während der Bewegungsausführung eine Kontrolle erfolgt, indem adäquate Informationen über den Verlauf der Bewegungen zurückgemeldet werden. In diesem Zusammenhang interessiert vor allem der zweite Punkt; es ist die Frage: Welche Hinweise gibt es dafür, daß die Mundhöhle und Mundorgane - zum Sprechapparat umfunktioniert - in ihrer Eigenschaft als Reizquelle entsprechende Informationen zur Bewegungskontrolle vermitteln können?

4.2.1. Physiologische Gesichtspunkte

1.) Cutane Rezeptoren

Diejenigen Rezeptoren, welche die taktilen Reize vermitteln, sind nach Grossman and Hattis (1967) in der Mundhöhle unterschiedlich verteilt; generell wurde festgestellt, daß die Anzahl von Rezeptoren in der Schleimhaut, in der Zunge und am harten Gaumen von vorn nach hinten abnimmt. Demzufolge ist anzunehmen, daß die Perzeption von mechanischen Reizen in entsprechender Weise schwächer wird.

2.) Muskel-Rezeptoren (in der Zunge)

Muskelspindeln stellen Rezeptoreinheiten dar, welche entsprechende Informationen über Stellung und Bewegungsverlauf eines Ausführungsorgans vermitteln können. Cooper (1953) fand in der Zunge, welche aus einer komplexen Muskulatur besteht, entsprechende Spindeln; er stellte fest, daß die Anzahl von Spindeln in der Zungenspitze größer ist als in anderen Teilen der Zunge. Somit kann die Bewegungsausführung der Zunge bei der Artikulation - wie auch immer - über Lage- und Bewegungsempfindungen kontrolliert werden.

4.2.2. Wahrnehmungspsychologische Gesichtspunkte

Nach den Ergebnissen zahlreicher Untersuchungen (s.Ringel 1970), die verschiedene Parameter der Sensibilität (tactile acuite, Texture discrimination, localization, pattern recognition, kinesthetic pattern recognition, vibrotactile sensivity) an bestimmten Stellen des Artikula-

tionstraktes gemessen haben, kann man folgende Sachverhalte als gesichert annehmen:

1.) Die Sensibilität nimmt in der Reihenfolge Zunge (1), Lippen (2), palatale Region (3) ab (vgl. folgende Abb.6).

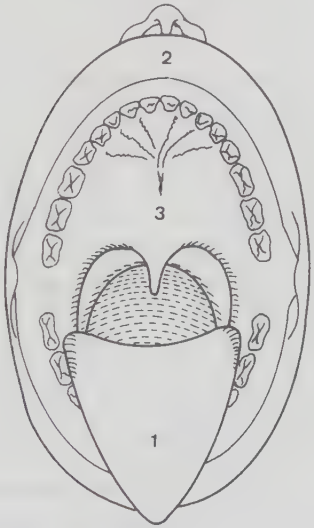


Abb. 6: Regionen unterschiedlicher Sensibilität im Artikulationstrakt

2.) Die Sensibilität der Zunge nimmt vom vorderen bis zum hinteren Teil und von der Mitte zur Seite hin ab (vgl. folgende Abb. 7).

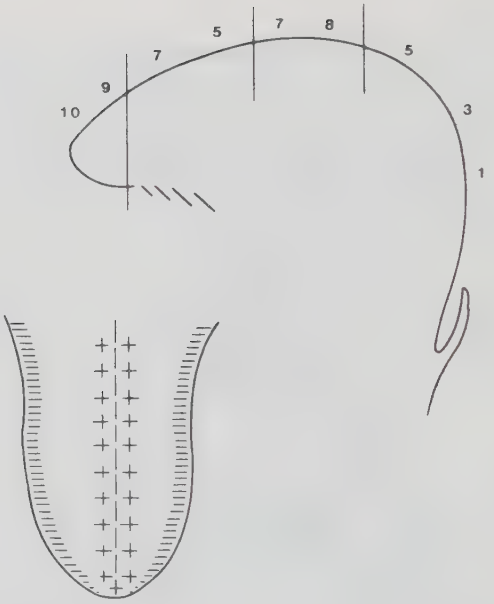


Abb. 7: Regionen unterschiedlicher Sensibilität auf der Zunge

4.3. Untersuchungen zur Sensibilität und Perzeption des Artikulationstraktes bei Gehörlosen

4.3.1. Vergleich von Hörenden mit Gehörlosen (manuell)

Bishop, Ringel, House (1972) untersuchten die Sensibilität und Perzeption des Artikulationstraktes von 18 (von Geburt an) gehörlosen Studenten, die vorwiegend nach der manuellen Methode kommunizierten, und verglichen ihre Leistungen mit einer entsprechenden Kontrollgruppe Hörender. Die Sensibilität (orosensory acuity) wurde mit

der Methode "two-point discrimination" gemessen, die Perzeption mit dem Verfahren "oral-form diskrimination" getestet. Es zeigte sich, daß die Gehörlosen bezüglich der Sensibilität (two-point diskrimination) sich nicht von den Hörenden unterschieden, doch hinsichtlich der Perzeption von Formen viel schlechtere Ergebnisse erzielten als die Hörenden. Da man in derselben Untersuchung die Formerkennung der Hände testete und das Ergebnis für beide Gruppen gleich war, konnte die kognitive Variable unberücksichtigt bleiben und die geringe Leistung dieser Gehörlosen bezüglich der Formerkennung im Mund einer generell verminderten sensomotorischen Leistungsfähigkeit (im Sinne der Performanz) dieses Bereiches zugeschrieben werden.

4.3.2. Vergleich von Hörenden mit Gehörlosen (oral)

Bishop, Ringel, House (1973) führten eine weitere Untersuchung durch, in der sie die perzeptiven Leistungen im Artikulationstrakt mit dem Verfahren "oral-form discrimination" von 18 (von Geburt an) gehörlosen Studenten, die überwiegend oral kommunizierten, und von einer entsprechenden Gruppe Hörender testeten. Beim Vergleich der Ergebnisse stellte sich heraus, daß diese Gehörlosen im wesentlichen dieselben Leistungen zeigten wie die Hörenden.

Aufgrund der Resultate der ersten und zweiten Untersuchung kann man folgern: Hörende und gehörlosen Sprecher zeigen bezüglich der Sensibilität und Perzeption im Mundbereich etwa dieselben Leistungen, wohingegen die Leistungen von Gehör-

losen, die vorwiegend manuell kommunizieren, sehr viel geringer sind.

4.4. Folgerungen für eine Theorie der Sprachproduktion (Artikulation) Gehörloser

Es ist deutlich geworden, daß der Sprechapparat bei Hörenden und Gehörlosen generell mit sensomotorischen Mechanismen ausgestattet ist, die eine Kontrolle und Steuerung von artikulatorischen Bewegungsausführungen leisten können und welche das Erlernen von Bewegungen ermöglichen. Wie die Steuerung und Kontrolle im einzelnen funktioniert und in welchem Ausmaß sie benötigt werden, ist weitgehend unbekannt. Diese Unkenntnis muß sich vor allem nachteilig auf den Artikulationsunterricht bei Gehörlosen auswirken, da es für den Gehörlosenlehrer unter diesen Umständen schwierig ist, adäquate Artikulationsinstruktionen zu geben. Als Praktiker ist er darauf angewiesen, daß die Phonetik eine Theorie der Sprachproduktion Gehörloser konzipiert, die speziell die erschwerten Bedingungen ihres Sprechenlernens berücksichtigt. Nach Meinung des Verfassers bietet die Theorie, genannt "target theory of speech production" (vgl. MacNeilage, 1970), in dieser Hinsicht eine relativ plausible Erklärungsbasis an, welche mit folgendem Zitat am besten gekennzeichnet wird:

> "According to the present view, the direct control of speech production would originate with the reception by the space coordinate system of phonological information as to the utterance required. Then it would translate the information into a series of spatial target specifications. This would result in a

> series of demands on a motor system control mechanism to generate movement command patterns which would allow the articulators to reach the specified targets in the required order.
> Finally, these command patterns would be issued to the muscles. It seems possible that this control mechanism might be predominantly open-loop in that it would not have to wait for information associated with actually reaching the previous location in order to control the following movement appropriately. Knowledge of the locations specified for the targets immediately temporally adjacent to the one being acted upon might be sufficient to enable a decision as to the movement patterns required.
> It is likely, therefore, that the mechanism generates movement command patterns a number of phonemes "ahead" " (MacNeilage, 1970, S.189).

Obwohl sich diese Theorie noch zu wenig auf empirisch ermittelte Daten stützen kann, könnte sie aber doch als Arbeitshypothese für weitere Untersuchungen der Artikulation Gehörloser herangezogen werden, um mit gezielten Fragestellungen die sensomotorische Leistungsfähigkeit des Sprechapparates für die Durchführung von Artikulationen zu testen.

II. Die Verwendung von Röntgenverfahren innerhalb der Phonetik

Die physiologische Phonetik, welche als spezielle Signalphonetik hauptsächlich den artikulatorischen Manifestationsbereich innerhalb der Kommunikationskette untersucht, befaßt sich nach wie vor mit der Fragestellung: "Wie sehen die Sprachlaute in diesem Untersuchungsbereich aus?" Gegenüber dieser Fragestellung ergibt sich aber in diesem Untersuchungsbereich die Schwierigkeit, daß die am Artikulationsvorgang beteiligten Sprechorgane nur teilweise einer direkten Beobachtung zugänglich sind; vor allem die Zunge und ihre umgrenzenden Teile des Ansatzrohres, das Velum und der Pharynxbereich bleiben beim Sprechen normalerweise dem externen Beobachter völlig unsichtbar. Die Bewegungen der Lippen und besonders der Zunge verlaufen außerdem beim Sprechen so schnell, daß sie mit dem Auge direkt nicht in entsprechender Weise registriert werden können (vgl. Hardcastle 1974). Eine für den externen Beobachter adäquate Darstellung der Artikulationsvorgänge ist demnach nur möglich, wenn über spezielle Sichtgeräte alle Artikulatoren mit ihrem umgebenden Artikulationsraum sichtbar und die auftretenden Bewegungen in der Weise registriert werden, daß die ursprüngliche Geschwindigkeit durch Änderung der Wiedergabegeschwindigkeit den physiologischen Bedingungen des optischen Erkennens angepaßt ist.

1. Röntgenverfahren für die Darstellung statischer Konfigurationen

Bisher gibt es hauptsächlich nur die Möglichkeit, mit

den verschiedenen Röntgenverfahren den artikulatorischen Untersuchungsbereich dem Auge sichtbar zu machen und in objektiver Weise zur Darstellung zu bringen (vgl. Moll 1960, Bzoch 1970, Sievers 1975). Schon frühzeitig nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen erkannte M.Scheier (im Jahre 1897) ihre Bedeutung für die lautphysiologische Forschung. Bei den ersten phonetischen Untersuchungen mit Hilfe dieser Strahlen (vgl. Sievers 1975) konnte man zwar die Artikulationsbewegungen der Sprechorgane auf dem Röntgenschirm verfolgen; es gab aber noch keine Möglichkeit, diese bildlich festzuhalten, um sie einer genaueren Beobachtung zu unterziehen. Deshalb beschränkten sich die weiteren Untersuchungen zunächst auf die Darstellung von isolierten Lauten, vor allem der Vokale. Während z.B. eine Versuchsperson einen bestimmten Vokal in seiner typischen Artikulationsstellung artikulierte, konnte diese Aufnahme auf Transparentpapier durchgezeichnet werden. Da die Umrisse der Artikulationsorgane aber immer noch undeutlich waren, mußten Kontrastmittel verwendet werden (vgl. Barth und Grumbach 1907), die vermutlich das Artikulieren beeinträchtigten. Diese Röntgenverfahren wurde bald in seiner Verwendung verbessert, als es gelang, vom Röntgenschirm photographische Bilder zu machen; allerdings war hier zunächst die erforderliche Belichtungszeit recht erheblich. Mit dieser Methode wurden schon damals umfangreiche Untersuchungen vorgenommen, so vor allem durch Russell (1928,1929), Parmenter und Trevino (1932), Carmody und Holbrook (1937). Ihre Ergebnisse bezogen sich allerdings nur auf einzelne Artikulationsstellungen isoliert gesprochener Laute; koartikulatorische Erscheinungen beim Artikulationsvorgang konnten sie mit dieser Methode nicht erfassen.

2. Röntgenverfahren für die Darstellung artikulatorischer Bewegungsverläufe

Einen wesentlichen Fortschritt für die Phonetik brachten Gottheiner und Zwirner (1934) und Menzerath (1936), indem sie der Röntgenapparatur einen Tonfilm hinzufügten. Mit dieser erweiterten Untersuchungsmethode konnten sie die Bewegungsvorgänge in Verbindung mit dem Sprachschall genauer untersuchen. Menzerath zeigte 1936 auf dem internationalen Kongreß für Linguistik in Kopenhagen den ersten Röntgentonfilm über die Wortartikulation; anhand dieses Films konnte er nachweisen, daß sich die Artikulation eines Wortes in einer Dauerbewegung vollzieht, weswegen ihm eine Lautabgrenzung kaum möglich erschien. Er konnte jedenfalls seine Auffassung über die Lautartikulation durch den unmittelbaren optischen Eindruck anhand des Röntgenfilms bestätigt finden. Doch waren bei diesen Aufnahmen die relevanten Organe (wie Zunge, Velum, Rachenwand und Lippen) nur im Laufbild deutlich sichtbar; während die Randkonturen dieser Organe bei einer Einzelbildprojektion zu unscharf wurden, so daß eine exakte Ausmessung zur Feststellung der Bewegungsart in einer Einzelbildauswertung nicht möglich war.

2.1. Die Bildverstärker-Röntgenkinematographie

Eine entscheidende Verbesserung für das bisherige Röntgenaufnahmeverfahren erreichte Janker (Bonn 1952) durch die Entwicklung einer elektronischen Bildverstärkerröhre. Mit dieser elektronischen Verstärkungsvorrichtung konnten die Bildpunkte des Leuchtschirmbildes durch Beschleunigung und Bündelung der Elektronen in ihrer Helligkeit bis zu 5000 mal verstärkt werden; daraus ergab sich eine wesentlich verbesserte Zeichenschärfe des Bildes, wodurch die Wahrnehmbarkeit

der Objektdetails erheblich heraufgesetzt wurde. Diese Bildverstärker-Röntgenkinematographie brachte demnach wesentliche Vorteile für die Darstellung der verdeckten Sprechorgane, welche größtenteils aus Weichteilen bestehen und teils von der größeren Stoffdichte der Zähne überdeckt sind; die Wahrnehmbarkeit der relevanten Randkonturen vor allem der Zunge, des Velums und der Pharynxwand wurden somit entscheidend verbessert. Neben der Verbesserung der Bildqualität erreichte man außerdem eine Verminderung der Strahlendosis und dadurch eine längere Aufnahmezeit.
Weitere Verbesserungen der Aufnahmeapparatur erzielte man in den darauffolgenden Jahren durch die Entwicklung von Kinoapparaturen, deren Triebwerk die Stromschaltung an der Röntgenröhre so steuerten, daß nur während der Belichtung des Filmes Röntgenstrahlen ausgeschickt wurden (Kinoimpulsbetrieb); damit verminderte sich die Röhren- und weiterhin die Patientenbelastung. Zum anderen löste man das Problem des schnellen Filmtransportes, so daß Aufnahmen über 24 B/sek hinaus möglich wurden. - Um die Bewegungen der Lippen und vor allem der Zunge festzuhalten, benötigt man zumindestens eine Bildfrequenz von 48 B/sek. - Die Ankopplung der Kinokamera an den Bildverstärker bot schließlich noch weitere vorteilhafte Möglichkeiten:

1.) elektronische Messung der Helligkeit des Bildes auf dem Bildverstärkerausgangsschirm und dadurch automatische Steuerung der Eingangsdosisleistung (Spannungs- oder Stromstärkeregelung), die zu einer konstanten Helligkeit des Bildes und damit zu einer gleichmäßigen Belichtung führt;

2.) gleichzeitiger Anschluß einer Fernsehkamera über einen Lichtverteiler, so daß am Fernsehschirm

die gerade aufgenommene Szene mitbeobachtet werden kann.

Neuere Kinoapparaturen (z.B. Arritechno 35) sind zudem mit einer Impulseinheit ausgerüstet, so daß entsprechend der Bildfrequenz Zeitmarken abgenommen werden können, die eine Synchronisation mit anderen Aufnahmeverfahren (z.B. akustische Schallaufnahme) ermöglichen.
Außerdem wurde parallel zu dieser vorteilhaften Entwicklung das Filmmaterial bezüglich der Empfindlichkeit erheblich verbessert; es kamen neue Entwicklungsmaschinen auf den Markt, die eine schonende Filmbehandlung und für den jeweiligen Zweck eine optimale Filmverarbeitung garantieren.
Jene Entwicklungen trugen in den letzten zwei Jahrzehnten entscheidend dazu bei, daß die bildgestaltenden Faktoren und letztlich die Informationswahrnehmung bei der Darstellung der Sprechorgane entscheidend verbessert werden konnten. So wurde in diesen Jahren die Bildverstärker-Röntgenkinematographie als Untersuchungsmethode innerhalb der Phonetik immer häufiger verwendet; zumal die Phonetik nach einer Phase starker Bemühungen auf dem Gebiete der akustischen Phonetik wieder vermehrt Interesse am artikulatorischen Manifestationsbereich fand (vgl. Tillmann 1969). Wesentliche Erkenntnisse über die komplexen Sprechbewegungsabläufe konnten nur mit Hilfe von Röntgenfilmen erzielt werden (vgl. Sievers 1975); vor allem für die Entwicklung von Artikulationstheorien waren Röntgenbilder ein wichtiger empirischer Ausgangspunkt (vgl. z.B. Ungeheuer 1957, Henke 1966, Perkell 1969).

2.2. Methodisch bedingte Grenzen röntgenkinematographischer Untersuchungen

Obwohl die Röntgenkinematographie für die Darstellung der Artikulationsvorgänge gut geeignet ist, - zumal sie bisher die einzige Methode darstellt, mit der die Bewegungen der Sprechorgane direkt sichtbar gemacht werden können - , müssen bei ihrer Anwendung methodisch bedingte Grenzen berücksichtigt werden.
Es sind im wesentlichen folgende:

1.) Das Röntgenbild vermittelt nur eine zweidimensionale Abbildung eines im dreidimensionalen Raum ablaufenden Geschehens (reduzierte Information).

2.) Wegen der Strahlenbelastung können pro Versuchsperson nur kurze Aufnahmen gemacht werden; die Szenenlänge sollte je nach Aufnahmebedingung nicht über 30 Sekunden und die Strahlenbelastung nicht über 3 r (Röntgen) hinausgehen.

3.) Die trotz der relativ kurzen Aufnahmezeit (48 B/sek, Szenenlänge 30 Sek) große Menge der gewonnenen Daten (1500 Einzelbilder) erfordern eine Beschränkung des Sprachmaterials.

4.) Eine quantitative Einzelbildauswertung erfolgt in der Regel noch manuell und ist deshalb sehr zeitaufwendig.

Wegen des umfangreich anfallenden Bildmaterials und der schwierigen und zeitraubenden quantitativen Einzelbildauswertung beschränken sich bisher die phonetischen Untersuchungen oftmals auf ein oder zwei Versuchspersonen und auf eine kurze Szenenlänge (vgl. die häufig zitierten Arbeiten von Houde 1968, Perkell 1969, Kent 1970). Bei mehreren Versuchspersonen

kommt die Schwierigkeit hinzu, daß wegen der individuellen Ansatzrohrkonfigurationen die quantitativ ermittelten Daten nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar sind, weswegen eine weitere quantitative Verarbeitung dieser Daten nur schwer möglich ist; vielfach werden die entsprechenden Daten der verschiedenen Versuchspersonen nur einander gegenübergestellt, worauf-hin ein intersubjektiver Vergleich wenigstens qualitativ und deskriptiv durchgeführt werden kann.

III. Problemstellung, Literaturüberblick, Zielaspekte

Die Sprechweise von Gehörlosen wird häufig als "typisch" gekennzeichnet.
Mit dieser Beschreibung wird postuliert, daß in den phonetischen Äußerungen von gehörlosen Sprechern wiederholt dieselben Abweichungen auftauchen; anders ausgedrückt besagt dieses: die phonetisch irregulären Äußerungen enthalten in dieser Eigenschaft reguläre Merkmale.
Wenn diese Hypothese stimmt, müßten sich im artikulatorischen Manifestationsbereich und bei Beobachtung des Oberflächenverhaltens (OV) entsprechende reguläre Eigenschaften im irregulären Verhalten auffinden lassen.
Auch wenn in der Literatur über einige "typische" Merkmale, die mit Hilfe auditiver und akustischer Methoden ermittelt worden sind, berichtet wird, so erscheinen diese Ergebnisse wegen der geringen Anzahl von Versuchspersonen und des beschränkten Sprachmaterials doch ergänzungsbedürftig; zum anderen gibt es nur spärliche Resultate bezüglich des Artikulationsverhaltens von gehörlosen Sprechern. In dieser Arbeit wird deshalb speziell das Artikulationsverhalten untersucht, indem das Oberflächenverhalten des Artikulationstraktes, reduziert auf seine zweidimensionale Abbildung, mit Hilfe der Röntgenkinematographie aufgezeichnet wird, um die oben genannte Hypothese zu überprüfen.

1. Vorliegende Ergebnisse über die Sprechleistung von Gehörlosen

Die phonetische Leistung von gehörlosen Sprechern ist in der Regel trotz intensiver Schulung unzureichend, so daß ihr Sprechen für den Hörer nur schwer verständlich ist. In verschiedenen Untersuchungen (vgl. Lindner 1962, Clumpha 1969, Levitt 1971) konnten an ihrem Sprechen charakteristische Merkmale festgestellt werden, woraufhin man bei Gehörlosen hinsichtlich ihrer phonetischen Äußerungen von einer "typischen" Sprechweise reden kann.
Im Vergleich zur Sprechleistung von Hörenden zeigen gehörlose Sprecher bestimmte Abweichungen im suprasegmentalen Bereich, indem die melodische, dynamische und temporale Akzentuierung fehlt oder erheblich gestört ist. Wesentliche Fehlleistungen treten bei der Segmentproduktion auf: die Artikulationsstelle wird häufig nicht korrekt eingenommen; die Verständlichkeit nimmt nach Hudgins/Numbers (1942) auf dem Parameter Artikulationsstelle von "vorn" nach "hinten" ab. Hinsichtlich der Artikulationsart wird häufig das Merkmal "stimmhaft-stimmlos" falsch realisiert. Große Schwierigkeiten bereiten unter den Konsonanten die Frikative, da für ihre Realisierung eine feinmotorische Steuerung erforderlich ist, wohingegen der gehörlose Sprecher zu einem übernormalen artikulatorischen Aufwand neigt. Die Plosive sind weniger störanfällig; häufig treten hierbei überlange Okklusionspausen und Aspirationsphasen auf. Erhebliche Abweichungen zeigen die Gehörlosen bei der Vokalproduktion (vgl. Handzell 1956, Angelocci et al. 1964, Rothmann 1972). Hier wurden Reduktionserscheinungen festgestellt, die auf eine mangelnde Differenzierungsfähigkeit hinsichtlich der

verschiedenen Artikulationsstellungen der Zunge hindeuten. Außerdem ist die segmentale Dauer der Vokale häufig gestört; die "kurz-lang" Opposition wird selten durchgeführt. Relativ häufig kommt die Nasalierung phonologisch oraler Vokale oder die vorfristige Denasalierung von Nasalkonsonanten vor.
Bei der Artikulation von Silben- und Wortganzen ist die Segmentbindung mangelhaft ausgeprägt. Bei akustischen Untersuchungen (vgl. Heidler 1975) zeigte sich, daß die für die Verständlichkeit wesentlichen Formantübergänge entweder fehlten oder eine fehlerhafte Tendenz aufwiesen; schlußfolgernd kann man annehmen, daß im artikulatorischen Bereich notwendige koartikulatorische Verflechtungen fehlen oder andersartige Bewegungen durchgeführt werden. Darüberhinaus fehlt im phonetischen Syntagma häufig die Koordination der respiratorischen, phonatorischen und artikulatorischen Prozesse (vgl. Martony 1965).

2. Vorliegende durch röntgenologische Untersuchungen gewonnene Ergebnisse zur Sprechweise von Gehörlosen

Die phonetische Leistung von gehörlosen Sprechern wurde bisher hauptsächlich mittels Einschätzungsskalen hinsichtlich der Sprechverständlichkeit (vgl. Bryngelson and Glaspey 1941, Hejna 1959, Templin and Darley 1960) oder mit Hilfe von Transkriptionen, - in beiden Fällen wird die Sprechleistung nach auditiven Kriterien beurteilt -, untersucht. Weniger häufig sind akustische Untersuchungen, wobei die akustische Struktur des artikulatorischen Outputs nach den physikalischen Parametern Frequenz, Formanten, Transitionen und die Dauer analysiert wird. In äußerst seltenen Fällen verwendete man röntgenologische Verfahren, um damit

das artikulatorische Verhalten von gehörlosen Sprechern in direkter Weise darzustellen; der Verfasser konnte nur drei Arbeiten innerhalb der internationalen Fachliteratur auffinden, wo in geringem Umfang mit röntgenologischen Methoden gearbeitet wurde. Diese sollen hier kurz referiert werden.

2.1. Brunner und Frühwald (1923,1924)

Dem damaligen technologischen Entwicklungsstand entsprechend konnten die Autoren nur die statischen Konfigurationen isoliert gesprochener Laute röntgenologisch darstellen. Ihre Untersuchung beschränkte sich auf zwei gehörlose Kinder; das erste war ein 13jähriges Mädchen das im 5. Lebensjahr ertaubt war, das zweite ein Junge mit einer konstitutionell hereditär degenerativen Taubheit, der noch Hörreste besaß. Beide Kinder waren nach Meinung der Autoren außerordentlich intelligent und gehörten zu den bestsprechenden Kindern der Schule. In ihrem ersten Bericht (1923) behandeln sie die Ergebnisse, die sie aufgrund eines Vergleichs mit Aufnahmen von Hörenden und mittels einer qualitativen Auswertung erzielten, bei der Untersuchung von Vokalen. Hier werden nur die festgestellten Abweichungen wiedergegeben.

a: Beim a springt bei beiden Versuchspersonen der hintere Teil der Zunge nicht gegen die Rachenwand, so daß es zu keiner Verengung des Kehlraumes kommt, das Velum ist hierbei geöffnet.

ä: Die Zungenspitze des Jungen hebt sich beim Sprechen des ä zu stark nach oben, während sie sich beim Mädchen zu weit von den unteren Schneidezähnen nach hinten zurückgezogen hat; der Abstand des Zungenrückens vom harten Gaumen ist bei beiden Versuchspersonen viel weiter als bei den Normal-

hörenden.

e: Beim e liegt die Zungenspitze nicht an den unteren Schneidezähnen, sondern weit hinter ihnen. Der Zungenrücken zeigt wiederum einen zu großen Abstand vom harten Gaumen.

i: Das i wird von den Gehörlosen in ähnlicher Weise realisiert wie von Hörenden; nur die Zungenspitze liegt nicht den unteren Schneidezähnen an.

o: Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich in der Artikulationsstellung des o. Es fehlt die Annäherung der Lippen; sie zeigen vielmehr einen ähnlichen Abstand wie beim a. Während bei den Hörenden die Zungenspitze längs der unteren Schneidezähne weiter abgesenkt ist und in Richtung des Zungenrückens eine Mulde bildet, wird diese Erscheinung von den Gehörlosen überhaupt nicht realisiert; bei den letzteren tritt dagegen eine zu starke Wölbung des Zungenrückens gegenüber dem Gaumen auf. Außerdem fehlt die Verengung des Kehlraumes in der Höhe der Epiglottisspitze.

ö: Das ö wurde nur von einer Versuchsperson falsch realisiert; die Zunge zeigte hierbei eine ähnliche Stellung, wie sie bei dem von Hörenden gesprochenen o zu beobachten ist.

u: Beim u wölbte sich der Zungenkörper des Mädchens zu hoch gegen den Gaumen.

ü: Bei der Artikulation des ü zeigte der Junge wesentliche Abweichungen; der Zungenrücken war zu schwach gegenüber dem Gaumen angehoben und fiel zu flach gegen die Pharynxwand ab.

Die Autoren räumen zwar bezüglich der Vokalartikulation einen gewissen physiologischen Spielraum ein, sie konstatieren aber, daß die Abweichungen bei der Vokalbildung dieser Gehörlosen über einen entsprechenden

Toleranzwert hinausgehen. Zusammenfassend stellen sie verschiedene Grade der Abweichung von der Norm fest:

1. Annähernd normale Verhältnisse liegen bei der Artikulation der Vokale a, i und u vor.
2. Stärkere Abweichungen zeigen die Vokale o, e, ä, ö und ü.

Aufgrund dieser Ergebnisse folgern die Autoren, daß die unter 1. genannten Extremlaute deshalb einigermaßen realisiert werden, da sie optisch und taktil von den Gehörlosen leichter zu erkennen sind und da ihnen stark verschiedene muskuläre Vorgänge zugrunde liegen, während die unter 2. genannten Zwischenvokale nicht über entsprechende merkmalunterscheidende Qualitäten verfügen.

In einem weiteren Bericht (1924) legen die Autoren die Ergebnisse einer röntgenologischen Untersuchung über die Bildung von Konsonanten gehörloser Kinder vor. Es waren Aufnahmen von denselben Versuchspersonen, worüber im vorhergehenden Bericht Näheres ausgeführt wurde; wiederum wurden die von Fröschels und Haudek (1911) publizierten Röntgenogramme von Normalhörenden zum Vergleich herangezogen. Die festgestellten Abweichungen sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

b: Bei den Hörenden sind die Schneidezähne während der Okklusionsphase etwa 0,5 cm voneinander entfernt; bei dem gehörlosen Mädchen berühren sie einander, während sie beim Jungen 1 cm voneinander entfernt sind. Der Zungenrücken ist beim Jungen auffallend stärker gewölbt als bei den Hörenden.

d: Im Vergleich zu den Hörenden, deren Zungenrücken in weitem Abstand parallel mit dem harten Gaumen verläuft, ist dieser bei den Gehörlosen so stark

gewölbt, daß seine Kontur in nächster Nähe des harten Gaumens liegt.

g: Dieser Laut wird nur vom Jungen andersartig realisiert; die Zungenspitze ist zuweit von den unteren Schneidezähnen nach hinten zurückgezogen und der Zungengrund springt nicht in den Kehlraum vor.

f und w: Bei den Hörenden steigt die Zunge vom Prozessus alveolaris des Unterkiefers sehr hoch an und erreicht in der Höhe der Uvula ihre höchste Lage; dagegen ist die Zunge bei den Gehörlosen nur mäßig gewölbt oder wie beim Jungen völlig abgeflacht.

ch: Die Zungenspitze der Gehörlosen berührt nicht die untere Grenze der unteren Schneidezähne; beim Mädchen ist sie zurückgezogen, während sie beim Jungen sogar die oberen Schneidezähne berührt.

s: Von einer Versuchsperson wird dieser Laut mit einer zu starken Wölbung des Zungenrückens artikuliert.

r und l: Beim gutturalen r und beim l liegen keine Abweichungen vor.

m und n: Die Nasale der Gehörlosen unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der Hörenden.

Nach den Ergebnissen dieser beiden Untersuchungen kann man folgern, daß die Gehörlosen bei der Artikulation von Vokalen mehr Abweichungen zeigen als bei der Bildung von Konsonanten und daß - selbst bei nur zwei Versuchspersonen - Gehörlose eine breite Streuung von Fehlermöglichkeiten aufweisen. Bezüglich dieser Abweichungen führen die Autoren aus: "Da aber, wie schon erwähnt, unsere Versuchspersonen zu den bestsprechenden Kindern einer großen Taubstummenschule gehörten, so erscheint

es berechtigt, anzunehmen, daß die Fehler, die sich bei diesen Kindern finden, bei den anderen nur noch im verstärkten Maße auftreten werden" (1924,S.879). Weiterhin konstatieren sie, daß die beschriebenen Fehler durch einen besonders darauf abgerichteten Unterricht korrigiert werden könnten, vor allem dann, wenn man sich im Sprechunterricht von Gehörlosen häufiger des von ihnen geübten Röntgenverfahrens bedienen würde.

Dieser optimistischen Empfehlung muß allerdings entgegengehalten werden, daß eine häufige Verwendung von Röntgenstrahlen bei denselben Personen an der Strahlengefährdung scheitert; sinnvoll und vertretbar erscheint aber diese Anwendung, wenn die Sprechweise - wie z.B. in dieser Untersuchung - anhand weniger Versuchspersonen analysiert wird. Auch diese Ergebnisse können schon für den Artikulationsunterricht wertvolle Hinweise liefern, so daß eine effektivere Arbeit möglich wird. Hinsichtlich dieser Untersuchungen ist zu würdigen, daß man zunächst überhaupt das Röntgenverfahren in dieser Weise verwendet hat und schließlich zeigen konnte, daß man mit seiner Hilfe zu brauchbaren Ergebnissen kommt.

2.2. Schwab und Bauer (1966)

Die Autoren verwenden für die Untersuchung der Artikulation von Gehörlosen die Röntgenkinematographie mit bildsynchroner Aufnahme des Tones. Mit diesem Aufnahmeverfahren verbinden sie die Absicht, vor allem die Bewegungsvorgänge beim Sprechen der Gehörlosen zu analysieren und sie mit denen von Hörenden zu vergleichen. Indem sie davon ausgehen, daß im artikulatorischen Bereich die einzelnen Laute im Wortganzen nicht scharf abgegrenzt nacheinander ablaufen, sondern vielmehr kontinuierlich ineinander übergreifen und hierbei den

vorhergehenden und nachfolgenden Lauten entsprechend koartikulatorischen Einflüssen unterliegen, werden sie mit dieser Untersuchungsmethode dem dynamischen Charakter der Artikulation gerecht.

Es wurden gleichaltrige (13-15 Jahre) Versuchspersonen ausgewählt; die eine Gruppe der Gehörlosen war nach der Ganzheitsmethode, die andere dagegen nach der analytischen Methode ausgebildet worden; weiterhin wurden die Gruppen nach Hörrestigen und Totaltauben unterteilt.
Die Veröffentlichung der Autoren enthält leider keine Angaben über die verwendete Auswertungsmethode; da sie aber keine exakten Daten über die festgestellten Abweichungen vorlegen, ist zu vermuten, daß die angefertigten Filme nur qualitativ nach dem optischen Eindruck ausgewertet wurden.
Hinsichtlich der Artikulation der hörenden Versuchspersonen stellen sie lediglich fest, daß sie sprachgerechte und rationelle Artikulationsabläufe zeigen.
Im Vergleich dazu beobachteten sie bei den Gehörlosen folgende Abweichungen:
Der artikulatorische Ablauf erfolgt mit zu großem "Kraftaufwand". Die Bewegungen der Lippen, des Unterkiefers, der Zunge und des Gaumensegels werden mit "großer Anstrengung" durchgeführt; sie erfolgen teilweise ausgesprochen "ruckartig" und gegenseitig unausgeglichen, außerdem verlaufen sie unrationell und übertrieben stark. Die Bildung der Explosivlaute (P,T,K, B,D,G) gelingen am besten, während die Reibelaute (F, stimmhaftes und stimmloses S, vorderes und hinteres Ch, Sch, W, J) in der Regel schlechter artikuliert werden; bei den Zischlauten liegt häufig eine addentale Artikulation vor, weswegen sie meist stumpf klingen. Unter

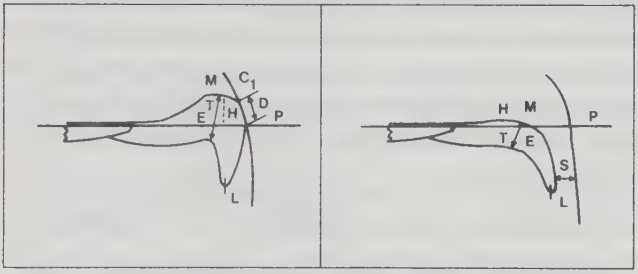
den Vokalen werden die Kardinalvokale (A,E,I,O,U) am besten, hingegen die Umlaute (Ä,Ö,Ü) und die Diphthonge (Ei,Eu,Au) am schlechtesten realisiert. Ähnliche Ergebnisse zeigten die Ergebnisse der Untersuchungen von Brunner und Frühwald (1923,1924).
Obwohl die Untersuchung von Schwab und Bauer keine exakten Daten über bestimmte Abweichungen in der Gehörlosensprache lieferte, stimmen seine Ergebnisse doch weitgehend mit den Resultaten andersartiger Untersuchungen überein. Ein besonderer Wert bezüglich dieser Arbeit liegt darin, daß man zum ersten Mal versuchte, die moderne Röntgenkinematographie, die es erlaubt, Bewegungsverläufe aufzuzeichnen, zur Untersuchung der artikulatorischen Vorgänge beim Sprechen von Gehörlosen anzuwenden; zumindestens haben sie mit dieser Methode einen neuen Weg aufgezeigt.

2.3. Clumpha (1969)

Die Autorin untersuchte die velopharyngale Funktion bei der Artikulation von 5 gehörlosen und 5 hörenden Sprechern mit Hilfe der Röntgenkinematographie. Die gehörlosen Versuchspersonen waren von Geburt an taub und hatten einen durchschnittlichen Hörverlust von 100 dB.
Das Sprachmaterial bestand aus den Silben /pi/, /pa/ und /pu/, welche bei den Aufnahmen sieben Mal wiederholt wurden. Die Aufnahmegeschwindigkeit betrug 30 B/sek.

Bei der Auswertung wurde jedes 3. Röntgenbild auf Transparentpapier durchgezeichnet und für die folgende Ausmessung benutzt. Für die quantitativ zu ermittelnden Daten verwendete die Autorin ein differenziertes Bezugssystem, welches acht verschiedene Messungen zuließ (vgl. Abb. 8).

Abb. 8 Meßsystem zur Bestimmung der velopharyngalen Funktion (nach Clumpha, 1966)



Aufgrund der Einzelbildauswertung und der Ausmessung bestimmter Bezugspunkte und -linien legt die Autorin Daten vor, welche eine quantitative Aussage über die velopharyngale Funktion bei Gehörlosen erlauben.
Die normalhörenden Versuchspersonen zeigten bei der Artikulation dieser Silben durchgehend einen velopharyngalen Verschluß, während die Gehörlosen bei Berücksichtigung der Bilder, die eine velopharyngale Öffnung zeigten, einen durchschnittlichen Öffnungsgrad von 3.67, 3.28 und 3.08 mm bei den Silben /pi/, /pa/ und /pu/ aufwiesen. Eine Versuchsperson realisierte bei der Artikulation dieser Silben niemals den notwendigen Verschluß. Eine wesentliche Abweichung wurde im zeitlichen Ablauf sichtbar; die Gehörlosen verwendeten für die Produktion dieser Silben im Durchschnitt 2,4 mal soviel Zeit wie Hörende; d.h. die Sprechgeschwindigkeit war bei den Gehörlosen erheblich verlangsamt. Weiterhin stellte die Autorin signifikante Unterschiede bezüglich der velaren Länge, der nasopharyngalen Tiefe und der

velaren Stärke fest.
Der Wert dieser Untersuchung liegt vor allem darin, daß der Versuch unternommen wird, das Artikulationsverhalten (speziell die Velumfunktion) quantitativ zu erfassen. Das hierbei verwendete Meßsystem ist aber nach Meinung des Verfassers für eine phonetische Untersuchung zu differenziert, da einige Ergebnisse (z.B. hinsichtlich der velaren Länge oder Stärke) nicht phonetisch weiter interpretiert werden können.

3. Die Notwendigkeit röntgenkinematographischer Untersuchungen der Artikulation von Gehörlosen

Der unverständlichen Sprechweise Gehörloser liegt phonetisch gesehen ein abweichendes Artikulationsverhalten zugrunde. Dieses abweichende Verhalten kann nur dann adäquat festgestellt werden, wenn die artikulatorischen Vorgänge selbst zum Gegenstand einer vergleichenden Untersuchung von hörenden und gehörlosen Sprechern werden. Die häufigeren Untersuchungen, welche auf der Basis auditiver Kriterien oder akustischer Analysen durchgeführt wurden, können nur in indirekter Weise mit Hilfe von Vermutungen Aussagen über artikulatorisches Fehlverhalten machen. Um so mehr überrascht die Tatsache, daß es bezüglich der Gehörlosensprache so wenige Untersuchungen gibt, die das artikulatorische Verhalten direkt zum Gegenstand haben. Wie ist dieser Tatbestand zu erklären?
Bezogen auf die Bundesrepublik Deutschland können vermutlich folgende drei Gründe dafür angegeben werden:

1.) Obwohl sich die Phonetik ursprünglich aus den speziellen Problemen der Lautanbildung bei Gehörlosen entwickelte, wandte sie sich später als eigenständige Fachdisziplin hauptsächlich dem Ereignis "Sprechen und Hören" des Normalfalls zu,

da dieses funktionierende Geschehen selbst schon genügend interessante Fragestellungen aufwarf.

2.) Das Fach Phonetik und die Ausbildungsstätte von Gehörlosenlehrern gehörten über Jahrzehnte verschiedenen Hochschulbereichen an, so daß wegen dieser institutionellen Trennung einerseits die Phonetik nicht so sehr mit dem pathologischen Sprechen der Gehörlosen konfrontiert wurde, andrerseits aber die Ausbildungsstätte nicht über geeignete Mittel verfügte, um eine eigene Forschungsaktivität zu entwickeln.

3.) Die artikulatorischen Vorgänge beim Sprechen können in direkter Weise nur mit Hilfe von Röntgenverfahren untersucht werden; die moderne Bildverstärker-Röntgenkinematographie bietet sich zwar als geeignetes Untersuchungsverfahren an, aber über solch eine teure Apparatur verfügt bisher kein phonetisches Institut (außer in den USA), so daß eine Zusammenarbeit mit einer Klinik erfolgen muß. Doch treten bei dieser Zusammenarbeit in der Regel sachlich begründete Schwierigkeiten auf, da die in den Kliniken zur Verfügung stehenden Röntgenapparaturen bezüglich dieser speziellen Untersuchung in ihrer Einstellung verändert werden müssen, so daß möglicherweise zum Nachteil der Klinik der Routinebetrieb gestört wird.

Erst in jüngster Zeit gewinnt das Gehörlosenproblem, welches primär eine phonetische Fragestellung enthält, auf Seiten der Phonetik wieder größeres Interesse (vgl. Tillmann 1969), da einmal der Entwicklungsstand der Phonetik Lösungswege aufzuweisen hat, woraufhin sich vermehrte Forschungsaktivitäten lohnen könnten; zum anderen zeich-

net sich in verstärktem Maße eine Zusammenarbeit zwischen Gehörlosenpädagogen und Phonetikern ab. Schließlich ist der Umstand entscheidend, daß öffentliche Institutionen (z.B. die DFG) die notwendigen finanziellen Mitteln bereitstellen, wenn es sich wie bei dem Gehörlosenproblem um gesellschaftspolitisch relevante Fragestellungen handelt.
Diese positiven Änderungen haben schließlich entscheidend dazu beigetragen, daß diese Untersuchung - über die Sprechweise von Gehörlosen - durchgeführt werden konnte.

4. Ziele dieser Untersuchung

In dieser Untersuchung werden mit Hilfe der Bildverstärker-Röntgenkinematographie die artikulatorischen Vorgänge von gehörlosen und hörenden Sprechern aufgezeichnet und einer vergleichenden Analyse unterzogen. Da der unverständlichen Sprechweise von Gehörlosen ein abweichendes Artikulationsverhalten zugrunde liegt, beabsichtigt diese Untersuchung, die verschiedenen artikulatorischen Abweichungen festzustellen, sie zu beschreiben und in ihrem Auftreten Tendenzen aufzuzeigen.

Bei diesem Vorhaben werden die Ergebnisse von andersartigen Untersuchungen hinsichtlich der Sprechleistung von Gehörlosen relevant für die Aufstellung von Hypothesen, die als Zielorientierung im Folgenden genannt werden sollen.

1.) Die zeitliche Strukturierung ist in der Realisierung von Segmenten bei Gehörlosen weniger ausgeprägt oder gestört.

2.) Bei der Artikulation von Vokalen treten Reduktionserscheinungen auf; die typischen Zungenstellungen werden häufig nicht eingenommen.

3.) Konsonanten werden an falschen Artikulationsstellen gebildet; es fehlt eine exakte Koordinierung mit der Velumfunktion.

4.) Bei der Segmentbindung fehlen typische koartikulatorische Verflechtungen oder es treten andersartige Verknüpfungen auf.

5.) Während der Segmentbindungen werden unökonomische und falsche Bewegungen der Artikulationsorgane ausgeführt.

6.) Die Lippen und der Unterkiefer führen sehr große Bewegungen aus.

7.) Bei der Zungenartikulation zeigt sich eine mangelhafte Differenzierung in der Bewegungsausführung.

IV. Untersuchungsmethode

1. Vorbereitung der Untersuchung

Wie an anderer Stelle schon ausgeführt wurde, eignet sich die moderne Bildverstärker-Röntgenkinematographie bisher am besten dazu, die artikulatorischen Bewegungsabläufe sequentiell in einer entsprechenden Bildfolge zur Darstellung zu bringen. Bei der Anwendung dieser Methode wurde in dieser Untersuchung das Ziel angestrebt, eine möglichst gute Bildqualität zu erreichen, die eine spätere Einzelbildauswertung erlaubte. Die ersten Aufnahmeversuche in einer Klinik zeigten, daß die relevanten Randkonturen der Artikulationsorgane zwar im Laufbild gut zu erkennen waren, aber bei einer Einzelbildbetrachtung für eine quantitative Auswertung zu undeutlich wurden. Zunächst sollten verschiedene Kontrastmittel diesen Nachteil ausgleichen; es stellte sich aber heraus, daß für diesen Zweck keine geeigneten Kontrastmittel auf dem pharmazeutischen Markt vorhanden waren und daß selbstangefertigte - aufgrund verschiedener Beispiele aus der Literatur - entweder aus einer Masse bestanden, die im Munde zerlief, oder ein Klebemittel enthielten, das ein ungehindertes Artikulieren beeinträchtigen konnte. Gerade bei gehörlosen Sprechern, welche auf die Empfindungen im Mundinneren angewiesen sind, mußte auf Fremdstoffe dieser Art verzichtet werden.

Eine Verbesserung der Bildqualität konnte deshalb nur über das röntgenkinematographische Aufnahme- und Übertragungssystem selbst erreicht werden. Die entsprechende Fachliteratur und Informationen der Herstellerfirmen stellten den erforderlichen Erfolg in Aussicht,

falls es möglich war, die zur Verfügung stehende Röntgenapparatur dem Zweck entsprechend in der Einstellung verändern und neu auf den Markt gekommene Teilsysteme mit älteren auswechseln zu können. Da für diese Untersuchung eine röntgenkinematographische Anlage einer Klinik in Bonn zur Verfügung stand, wurde die Leistung ihrer Teilsysteme überprüft; es stellte sich jedoch heraus, daß der für die Bildqualität entscheidende Bildverstärker nur noch 50 - 60 % seiner ursprünglichen Leistung brachte, ein Nachteil, welcher höchstens über eine höhere Strahlendosis auszugleichen war. Wegen der Strahlengefährdung sollte diese aber möglichst gering ausfallen. Außerdem zeigten andere Teilsysteme, wie die Röntgenröhre und die Kinoapparatur ebenfalls Nachteile, welche nur mittels verschiedener Eingriffe beseitigt werden konnten. Nach Kenntnisnahme dieser Umstände und aus der Überlegung heraus, daß durch die verschiedenen Eingriffe in die röntgenkinematographische Anlage der tägliche Routinebetrieb der Klinik erheblich gestört worden wäre, wurde der Ausweg gesucht, über eine direkte Zusammenarbeit mit den verschiedenen Herstellerfirmen für diese spezielle Untersuchung eine optimale Röntgeneinrichtung zu erhalten. Nach verschiedenen Kontakten mit den Firmen Phillips-Müller (Hamburg), Siemens (Erlangen), Agfa-Gevaert (München) und Kodak (Düsseldorf) ergab sich nach Teilnahme an einem röntgenkinematographischen Kursus im Agfa-Technikum (München) eine günstige kooperative Initiative. Im Agfa-Technikum war eine röntgenkinematographische Einrichtung vorhanden, welche alle wesentlichen technischen Details in ihrer besten Ausrüstung enthielt, die für das Erreichen einer guten Bildqualität notwendig sind. Die Konzeption und technische Ausrüstung dieser Anlage war von Siemens

(Erlangen) eingerichtet worden; sie enthielt die neueste Entwicklung der Röntgenröhre (Blangulix Rapid; Vorteil: gesteigerte Belastbarkeit und gleichbleibende hohe Dosisleistung) und der Bildverstärkerröhre (Sirecon 2 duplex; Vorteil: geringe Dosisbelastung und bessere Bildqualität). Weiterhin war diese Anlage von Arnold & Richter mit einer neuen Filmkamera (Arritechno 35; Vorteil: hohe Bildfrequenz, gute Bildqualität) ausgestattet; diese Kamera enthielt zudem einen elektro-optischen Impulsgeber, der die Aufzeichnung einer bildsynchronen Schallaufnahme ermöglichte. Im Agfa-Technikum bot sich schließlich auch die Möglichkeit an, mit Hilfestellung von Agfa-Gevaert den für diese Untersuchung günstigsten Filmtyp zu testen und ihn unter optimalen Bedingungen zu entwickeln. Nach verschiedenen Gesprächen mit den genannten Firmen und aufgrund des entgegengebrachten Interesses von Herrn Dr. Borke (Agfa-Technikum) wurde die Möglichkeit eingeräumt, in kooperativer Zusammenarbeit die Untersuchungen im Hause Agfa-Technikum (München) durchzuführen. [1)]

Diese bezüglich der Bildqualität erfolgversprechenden Aussichten legten es nahe, das Untersuchungsprogramm trotz der örtlichen Entfernung und der damit verbundenen Schwierigkeiten von Bonn nach München zu verlegen. Es erschien realistisch, die vorauszusehenden

---

1) An dieser Stelle möchten wir vor allem Herrn Dr. Borke (Direktor im Hause Agfa-Technikum) und seinen Mitarbeitern für ihr Entgegenkommen danken, diese Untersuchungen in ihrem Hause ermöglicht zu haben; wir danken für das entgegengebrachte Interesse an dieser Untersuchung und für Hilfestellungen und die Bereitstellung des kostensparenden Filmmaterials, woraufhin die Durchführung dieser Untersuchung einen sehr günstigen Verlauf nahm.

Schwierigkeiten bei einer Durchführung dieser Untersuchung mittels einer exakten Planung und Koordinierung aller Beteiligten überbrücken zu können. Obwohl die notwendigen Vorbereitungen für die Durchführung vom Bonner Institut ausgingen, lag ein günstiger Umstand darin, daß eine Zusammenarbeit mit dem phonetischen Institut in München unmittelbar gegeben war; außerdem konnten gehörlose Versuchspersonen von der Gehörlosenschule in München an dieser Untersuchung teilnehmen.

Zusammenfassend ergab sich somit eine Kooperation in folgender Zusammensetzung:

1.) Institut für Kommunikationsforschung und Phonetik der Universität Bonn,
2.) Institut für Phonetik und sprachliche Kommunikation der Universität München,
3.) Institute voor Phonetiek de katholieke Universiteit Nymwegen, Nederlands,
4.) Agfa-Gevaert, Agfa-Technikum in München,
5.) Siemens, Erlangen,
6.) Arnold & Richter, München
7.) Kinderklinik der Universität Bonn, (Prof. Dr. Karlfels als ärztlicher Betreuer dieser Untersuchung),
8.) Gehörlosenschule in Köln,
9.) Gehörlosenschule in München.

Der Hauptuntersuchung gingen im Agfa-Technikum verschiedene Probeaufnahmen voraus. Hierbei wurde bezüglich des Untersuchungsobjektes die günstigste Einstellung (MAS- und KV-Werte, Blende) erprobt; außerdem galt es, zwei verschiedene von Agfa-Gevaert entwickelte Filmtypen (1. Gevapan 30, 2. Scientia 47 B 70) zu testen. Die für diesen Zweck bessere Bildqualität zeig-

te der Filmtyp Gevapan 30. Da eine mit der Bildfrequenz synchronisierte Sprachschallaufnahme erfolgen sollte, mußte der von der Röntgenröhre und der Filmkamera ausgehende Störschall auf ein Minimum reduziert werden; dieses wurde durch Einhüllen mit Decken erreicht. Die Synchronisierung besorgte der in der Kamera vorhandene Impulsgeber und der mit ihm verbundene Oszillomink, welcher die elektronischen Zeitmarken in Abhängigkeit von der Bildfrequenz synchron zur Sprachschallaufnahme auf fortlaufenden Papierstreifen optisch darstellte; außerdem wurden diese Zeitmarken als akustische Zeichen auf die zweite Spur - wiederum synchron zur Sprachschallaufnahme - eines Stereo-Tonbandes gegeben. Folgende Abbildungen (s.Abb. 9 und 10) zeigen ein Funktionsschema und die Anordnung der Geräte. [1)]

2. Versuchspersonen

Die Auswahl der gehörlosen Versuchspersonen richtete sich nach folgenden Kriterien:

1.) Der Spracherwerbsprozeß sollte entsprechend des Lehrplanes im wesentlichen abgeschlossen sein; die Versuchspersonen befanden sich deshalb im Alter von 13 bis 16 Jahren.
2.) Hörrestige sollten nach Möglichkeit nicht zugelassen werden, um eine einheitliche Gruppe von Gehörlosen zu gewährleisten.
3.) Die Versuchspersonen sollten weder funktionelle Störungen noch normabweichende anatomische Ver-

---

1) Die technische Einrichtung für die Synchronisation und die akustische Schallaufnahme wurde von Herrn Dr.K. Kotten (Institut für Phonetik und sprachliche Kommunikation der Universität München) vorgenommen.

Abb. 9 : Funktionsschema zur Synchronisation

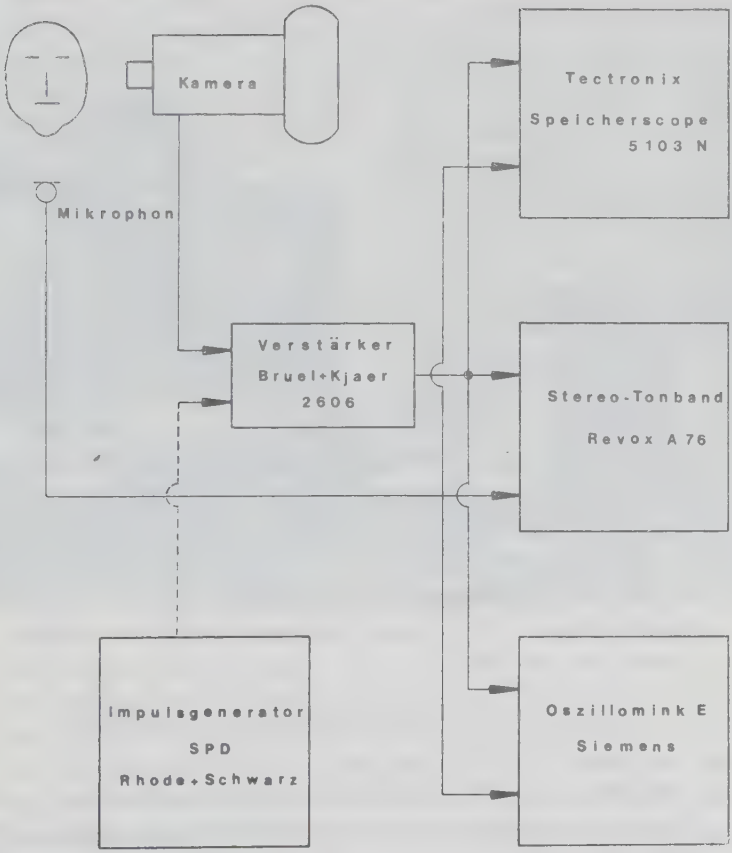
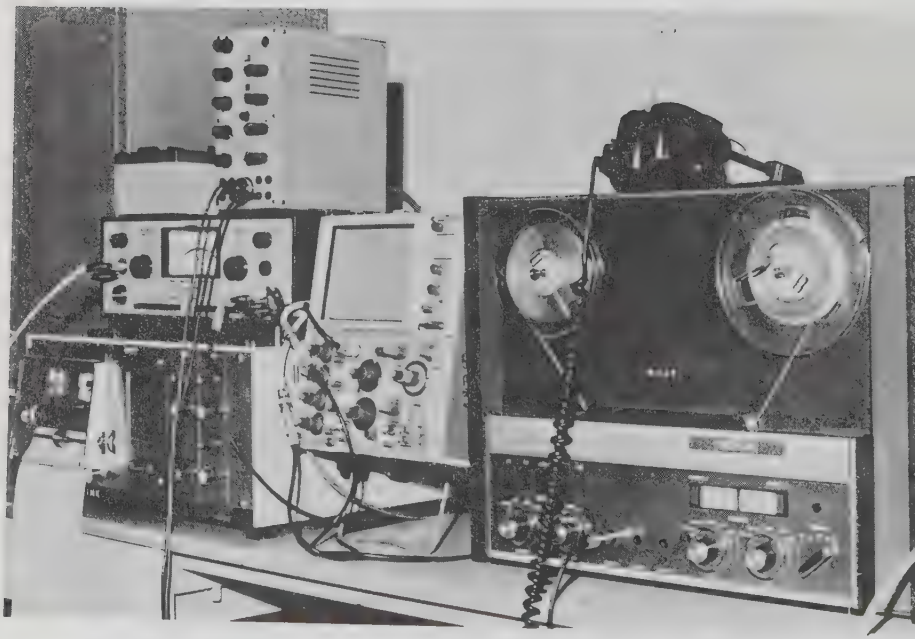


Abb. 10 : Anordnung der Geräte für die Synchronisation



hältnisse bezüglich des Sprechapparates aufweisen.

Hinsichtlich dieser Kriterien wurden zunächst eine Anzahl von Personen an den Gehörlosenschulen in München und Köln ausgewählt. Da alle Personen minderjährig waren, wurden die Eltern mit einem entsprechenden Begleitschreiben der Schulleiter angeschrieben, über Methodik und Zweck der Untersuchung aufgeklärt, und

bei Einverständnis um eine schriftliche Zusage gebeten. Die Eltern erhielten andrerseits nach durchgeführter Untersuchung ihrer Kinder eine Bestätigung und Angabe über die gemessene Höhe der verabreichten Strahlendosis mit der Unterschrift des betreuenden Arztes. Von den angeschriebenen Eltern kamen in Köln 4 positive, in München 7 positive Antworten zurück. [1)] Mehrere Wochen vor der Durchführung der Untersuchung wurden die gehörlosen Kinder von ihren Lehrern oder den Verantwortlichen dieser Untersuchung über das verwendete Aufnahmeverfahren aufgeklärt und über den Zweck der Untersuchung unterrichtet, um eine positive Einstellung zu dieser Untersuchung zu bewirken. Die gehörlosen Versuchspersonen aus Köln planten unter Leitung ihres Lehrers und unter Mitwirkung des phonetischen Institutes in Bonn eine Studienfahrt nach München, in deren Mittelpunkt die röntgenkinematographische Untersuchung stand. Bei den gehörlosen Kindern aus München war bei dieser Untersuchung eine Besichtigung verschiedener Einrichtungen im Agfa-Technikum verbunden.

Die Kontrollgruppe der hörenden Sprecher bestand nur aus vier Versuchspersonen. Obwohl auch hier eine in Anzahl und Alter homogene Gruppe wünschenswert gewesen wäre, ergaben sich aber aufgrund der röntgenkinematographischen Untersuchungsmethode und der mit ihr verbundenen Strahlengefährdung Schwierigkeiten, entsprechende Versuchspersonen zu bekommen. Außerdem wurde während der Vorbereitungsphase zufälligerweise das Thema Strahlengefährdung aufgrund einiger Unglücksfälle und wegen des zu erlassenden neuen Strahlenschutz-

---

1) Nähere Angaben über die Versuchspersonen (Hörverlust etc.) befinden sich im Anhang.

gesetzes zunehmend in den Medien diskutiert. Demnach war nicht zu erwarten, - einige Versuche bestätigten die Vermutung -, daß Eltern von hörenden Kindern, die keinerlei Motivation für diese Untersuchung haben konnten, trotz nicht auszuschließender Strahlengefährdung ihre Zustimmung für diese Untersuchung geben würden. Deshalb beschränkte sich die Kontrollgruppe der Horenden auf drei Erwachsene (Mitarbeiter des Institutes) und ein 12jähriges Mädchen (Tochter eines Mitarbeiters). Diese horenden Versuchspersonen sprachen ein einwandfreies Hochdeutsch. Obwohl die hörende Kontrollgruppe sich in Anzahl und Alter von den Gehörlosen unterschied, konnte angenommen werden, daß sie eine ausreichende Repräsentanz des normal artikulierenden Verhaltens darstellten, und somit als Vergleichsbasis für das abweichende Verhalten der Gehörlosen genügen konnten.

3. Die Auswahl des Sprachmaterials

Wegen der möglichst zu vermeidenden Strahlengefährdung konnten nur kurze Filmszenen aufgenommen werden; aus dem Grunde mußte sich die Auswahl des Sprachmaterials nach seiner zeitlichen Realisierung ausrichten. Weiterhin wurde bei der Auswahl berücksichtigt, daß bei der Zusammensetzung des Sprachmaterials nur solche Wörter verwendet wurden, die nach Befragung der Lehrer artikulatorisch und inhaltlich den gehörlosen Versuchspersonen bekannt waren. Unter dieser Berücksichtigung beschränkte sich das Testmaterial auf 10 Einzelwörter mit der einfachen Kombination "Konsonant-Vokal-Konsonant" und 3 Sätzen mit den typischen deutschen Intonationsmustern.
Die Einzelwörter enthalten die am häufigsten vorkommenden Vokale; sie befinden sich in einem konsonanti-

schen Kontext, welcher bei der artikulatorischen Realisierung im Normalfall koartikulatorische Verflechtungen hervorruft. In drei Fällen treten bei den Einzelwörtern "kurz-lang" Oppositionen auf (z.B. Beet - Bett); hierdurch wird eine Überprüfung der zeitlichen Realisierung möglich.
Die Sätze zeigen gegenüber den Einzelwörtern kompliziertere Lautverbindungen; einen größeren Schwierigkeitsgrad bringen vor allem konsonantische Häufungen wie "rfst", "str", "lz", "ft", "ng", "rg". In den Sätzen kommen fast alle deutschen Vokale vor. Sie stehen in verschiedenen Positionen (betont, unbetont), da die Sätze ein-, zwei-, drei- und viersilbige Wörter enthalten. Außerdem sind in den Sätzen fast alle deutschen Konsonanten vertreten.
Von den phonetisch möglichen Lautkombinationen der deutschen Sprache zeigt dieses Testmaterial nur eine geringe Anzahl. Somit kann dieses verwendete Sprachmaterial wegen seines geringen Umfanges nur exemplarischen Charakter haben.

Verwendestes Sprachmaterial:

Einzelwörter: kam, Mus, lieb, spät, schön,
Tür, Beet, Kamm, muß, Bett.

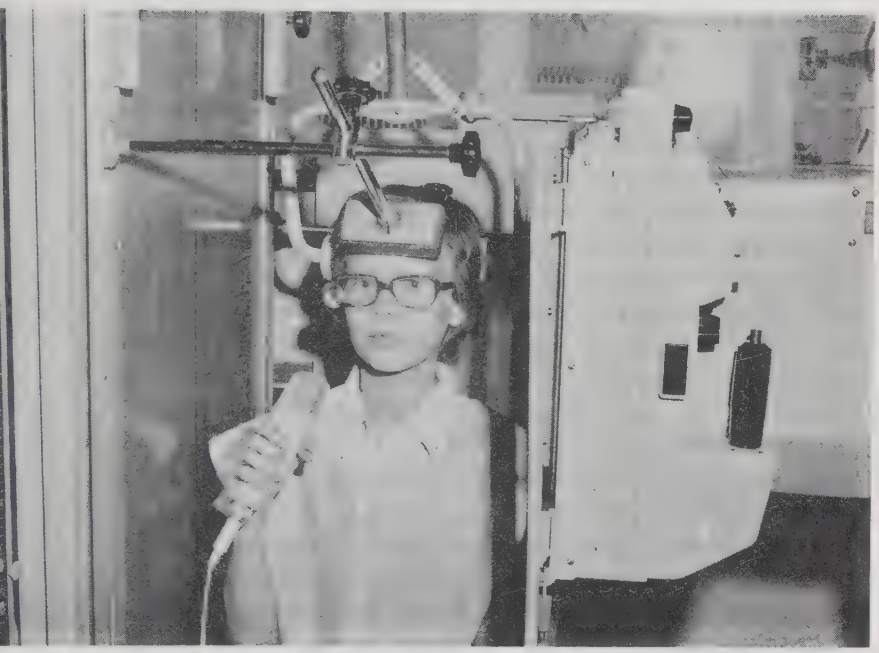
Sätze: Darfst du die Streichhölzer nehmen?
Herr Müller kauft eine schöne neue Wohnung.
Gib dem Vater übermorgen das Buch! [1)]

1) Die Auswertung der Sätze muß wegen des umfangreichen Bildmaterials einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

4. Durchführung der Untersuchung

Nach entsprechenden Vorversuchen, in denen der Untersuchungsablauf bezüglich seiner günstigsten Bedingungen getestet worden war, lag nunmehr ein Programm für das Vorgehen bei der Hauptuntersuchung vor. Diese Hauptuntersuchung wurde in zwei Etappen durchgeführt. An der ersten Untersuchung nahmen 7 Kinder der Gehörlosenschule München und eine hörende Versuchsperson, an der zweiten 4 Kinder der Gehörlosenschule Köln und drei hörende Versuchspersonen teil. Alle Untersuchungen wurden unter gleichen Bedingungen durchgeführt.
Vor Beginn der Untersuchungen konnten zunächst die Kinder die röntgenkinematographische Einrichtung besichtigen und über Informationen und Erklärungen mit dieser Umgebung vertraut werden. Daraufhin erfolgte zur Demonstration eine Röntgenaufnahme mit einer erwachsenen hörenden Versuchsperson; währenddessen beobachteten die Kinder aus einem benachbarten Raum durch ein Fenster diesen Untersuchungsablauf und die Aufnahmen der artikulatorischen Vorgänge am Fernsehbildschirm. Nach der ersten Röntgenaufnahme wurde zunächst der Röntgenfilm entwickelt, um zur Sicherheit seine Qualität zu testen.
Der Prüftext stand in 4 m Entfernung in deutlicher Schrift an einer Wandtafel, welcher vor der Untersuchung von der jeweiligen Versuchsperson einmal gelesen wurde. Die Versuchspersonen saßen mit einer Strahlenschutzkleidung versehen zwischen der Röntgenröhre und dem Bildverstärker auf einem bequemen Stuhl, dessen Hohe der individuellen Größe angepaßt werden konnte. Mit Hilfe des verstellbaren Stuhles und einer Kopfhalterung wurde dafür gesorgt, daß die Sitzhaltung und die Ausrichtung des Kopfes während der Aufnahme konstant blieb. (vgl. Abb. 11)

Abb. 11: Sitzanordnung der Versuchsperson



Auf der Seite des Strahleneinganges war ein Meßgerät angebracht, mit dem die verabreichte Strahlendosis festgestellt werden konnte. Die Daten und die besonderen Bedingungen, unter denen die Untersuchungen abliefen, wurden in einem Protokoll festgehalten.
Bei der zweiten Aufnahmeserie wurde im Gegensatz zur ersten trotz guter Bildqualität ein Kontrastmittel verwendet, um vor allem die vordere Zungenkontur in der Lage des Vordergaumens bei der Bildbetrachtung

noch besser erkennbar zu machen. Dieses Kontrastmittel bestand aus kreisrunden Metallplättchen (Weichmetall) mit einem Durchmesser von 4 mm, von denen zwei mit Hilfe eines Haftmittels an der Vorderzunge angebracht wurden; das Artikulieren wurde dadurch nicht behindert.
Während der Röntgenaufnahmen war jeweils ein Arzt zugegen, der an verantwortlicher Stelle den Untersuchungsablauf beaufsichtigte.

V. Auswertung der Rontgenfilme und Beschreibung der Artikulation

Für die Betrachtung der Röntgenfilme stand ein Betrachtungstisch (Tagarno 35) der Firma Tagarno (Kopenhagen) in der Bonner Kinderklinik zur Verfügung. Dieses Gerät war mit einem Bildzählwerk ausgerüstet, so daß die Einzelbilder der Röntgenfilme für ihre spätere Identifizierung fortlaufend nummeriert werden konnten. Die Einstellungsskala der Bildgeschwindigkeit erlaubte eine Einzelbildbetrachtung, sowie diskrete Geschwindigkeiten von 12, 24 und 48 B/sek; außerdem konnte diese Skala in ihrer Einstellung kontinuierlich verändert werden. Wesentlich bei der Beobachtung der artikulatorischen Vorgänge war die Möglichkeit des Wechsels von der Einzelbild- zur Laufbildbetrachtung. Der Betrachtungstisch besaß weiterhin eine Vorrichtung, die es ermöglichte, die Konfigurationen eines Einzelbildes mit ihren wesentlichen Randkonturen auf der Rückseite der Betrachtungsplatte auf Transparentpapier durchzuzeichnen. Auf diese Weise konnten bestimmte Konfigurationen einer definierten Artikulationsphase in reduzierter Form festgehalten und der weiteren vergleichenden Auswertung dienen.
Nach den Röntgenaufnahmen lagen etwa 25.000 Einzelbilder für die Auswertung vor. In Anbetracht dieses umfangreichen Bildmaterials war es notwendig, die Auswertung zunächst auf die Einzelwörter zu beschränken, deren Realisierung in 12.000 Einzelbildern festgehalten war. Weiterhin wurde diese Auswertung auf den artikulatorischen Bereich begrenzt; hierbei waren vor allem zwei Probleme zu bewältigen:

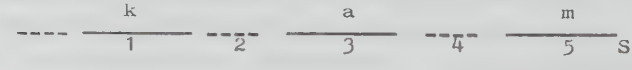
1.) das umfangreiche Bildmaterial mußte in einer überschaubaren Zeit verarbeitet werden,

2.) es sollte ein Beschreibungssystem Anwendung finden, welches bei relativ einfacher Handhabung in der Lage ist, möglichst alle Abweichungen der Artikulation von Gehörlosen zu erfassen.

Unter diesen Gesichtspunkten erschien es angebracht, mit entsprechenden Verfahren auf drei verschiedenen Beschreibungsebenen das komplexe Geschehen der Artikulation zu erfassen.

1. Beschreibungsebene

Bei erster Betrachtung der Vorgänge im Film zeigte sich in auffallender Weise, daß die Artikulatoren in ihrem Bewegungsablauf verschiedene Phasen durchliefen; es wurden Verschluß- und Verengungsphasen, Phasen minimaler und maximaler Bewegung und schließlich stationäre Phasen beobachtet. Diese Beobachtung ließ den naheliegenden Schluß zu, nach entsprechend ausgewählten Kriterien eine Segmentierung der artikulatorischen Verläufe hinsichtlich maximaler und minimaler Bewegung der "wesentlich" beteiligten Artikulationsorgane durchzuführen. Eine auf diese Weise vorgenommene Segmentierung soll an der artikulatorischen Realisierung des Wortes "kam" veranschaulicht werden.



———— minimale Bewegung

---- maximale Bewegung

Beschreibung der Segmente:

1.) Segment: Diese Phase stellt die Verschlußbildung des Zungenrückens mit dem Gaumen dar. Der Zungenrücken ist an dieser Artikulation wesentlich beteiligt; bezüglich der Kriterien minimale oder maximale Bewegung zeigt der Zungenrücken nur minimale Bewegung.

2.) Segment: Nach der Lösung der Verschlußbildung führen die Zunge und der Unterkiefer starke Bewegungen aus; diese wesentlich beteiligten Artikulationsorgane durchlaufen entsprechend den Kriterien der Bewegungsart eine Phase maximaler Bewegung.

3.) Segment: Die wesentlich beteiligten Artikulatoren verharren in einer Artikulationsstellung; es zeigt sich eine Phase minimaler Bewegung (quasi stationäre Phase).

4.) Segment: Ausgehend von der Artikulationsstellung führen die wesentlich beteiligten Artikulatoren (Lippen, Unterkiefer, Velum) starke Bewegungen aus; es liegt demnach eine Phase maximaler Bewegung vor.

5.) Segment: Mit dem Lippenverschluß befinden sich die wesentlich beteiligten Artikulatoren wiederum in einer Artikulationsstellung; deshalb handelt es sich um eine Phase minimaler Bewegung.

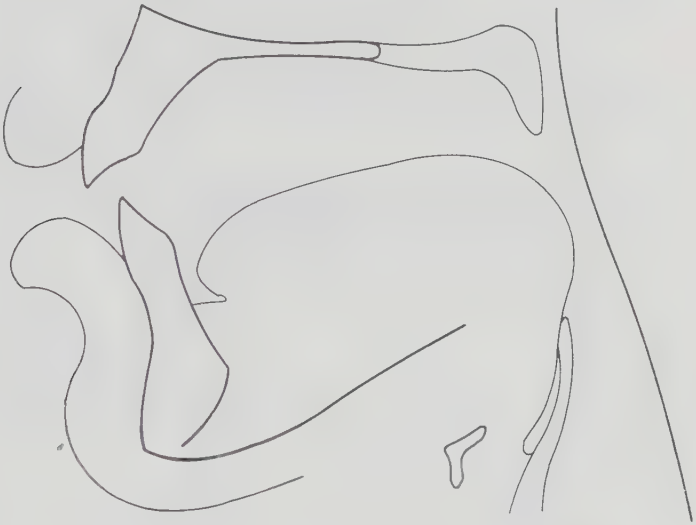
Eine nach dieser Beschreibung durchgeführte Segmentierung der artikulatorischen Vorgänge führte zu definierten Artikulationsphasen, die dem Vergleich des Artikula-

tionsverhaltens von Horenden und Gehörlosen zugrunde gelegt werden konnten. Aufgrund dieser Vergleichsbasis war es moglich, Aussagen über die Dauer der einzelnen Segmente und der Zeitverhältnisse dieser Segmente untereinander zu machen.
Weiterhin erhielt man durch die vorgenommenen Segmentierungen identifizierbare Segmente, die folglich für einen Vergleich der entsprechenden Artikulationsstellungen verwendet werden konnten. Im nächsten Schritt wurde aus den Segmenten das mittlere Rontgenbild ausgewählt und auf Transparentpapier durchgezeichnet.
Um exakte Nachzeichnungen der relevanten Konturen zu erhalten, wurden für alle Versuchspersonen Schablonen hergestellt, mit denen die individuell gleichbleibenden Randkonturen des Oberkiefers, des harten Gaumens und des Unterkiefers exakt durchgezeichnet werden konnten. Nach einer geordneten Zusammenstellung dieser Nachzeichnungen wurden die Artikulationsstellungen von Horenden und Gehorlosen miteinander verglichen und die festgestellten Fehleinstellungen der Artikulatoren bei den Gehörlosen qualitativ beschrieben.
Folgende Abbildung (s. Abb. 12) zeigt beispielhaft die Nachzeichnung einer bestimmten Artikulationsstellung.

2. Beschreibungsebene

Während auf der ersten Beschreibungsebene nach durchgeführter Segmentierung Aussagen über die Dauer von Segmenten und einzelne Artikulationsstellungen gemacht wurden, sollte eine weitere speziell den Bewegungsablauf der Artikulatoren erfassen; denn bei der Laufbildbetrachtung war aufgefallen, daß Gehörlose mangelhafte Bewegungsausführungen zeigten. Diese gezielte Beobachtung beschränkte sich hierbei auf die Lippen (L), den

Abb. a : Nachzeichnung der auf dem Rontgenbild beobachteten Konturen



Unterkiefer (K), die Zungenspitze (ZA) und den restlichen Zungenkörper (ZK); wobei die Stärke der Bewegung bezüglich der genannten Artikulatoren wie folgt notiert wurde:

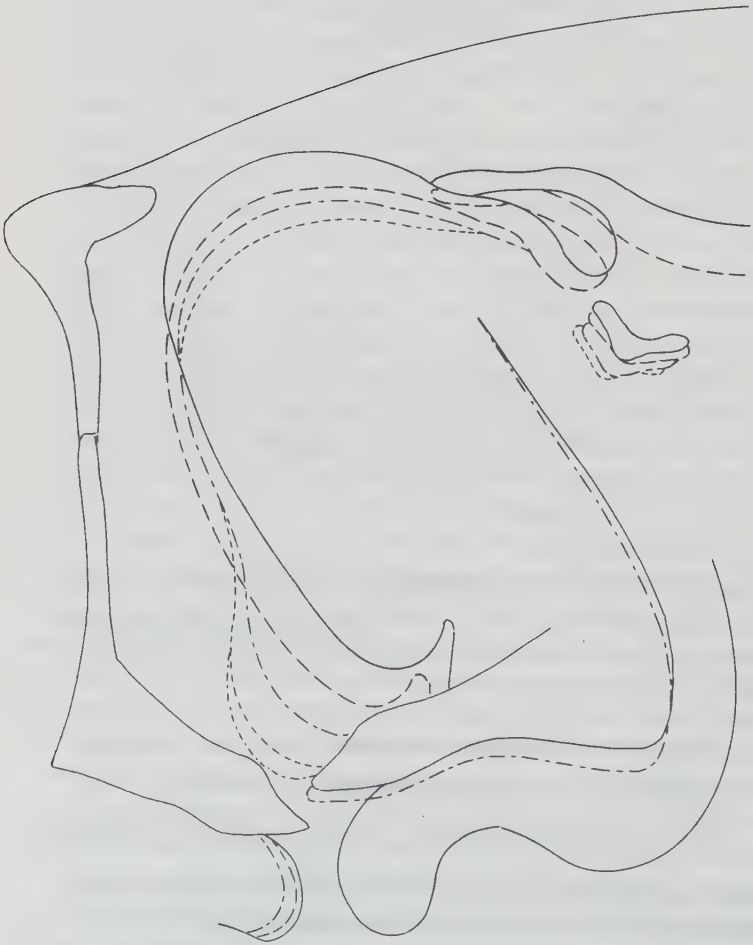
+ bedeutete "starke Bewegung",

- bedeutete "schwache Bewegung", während

O oder keine Eintragung "keine Bewegung" anzeigte.

Diese Methode der Datenerhebung lieferte zwar keine exakten Werte; doch war die Gültigkeit der Beobachtungsdaten für Vergleichszwecke zwischen Hörenden und

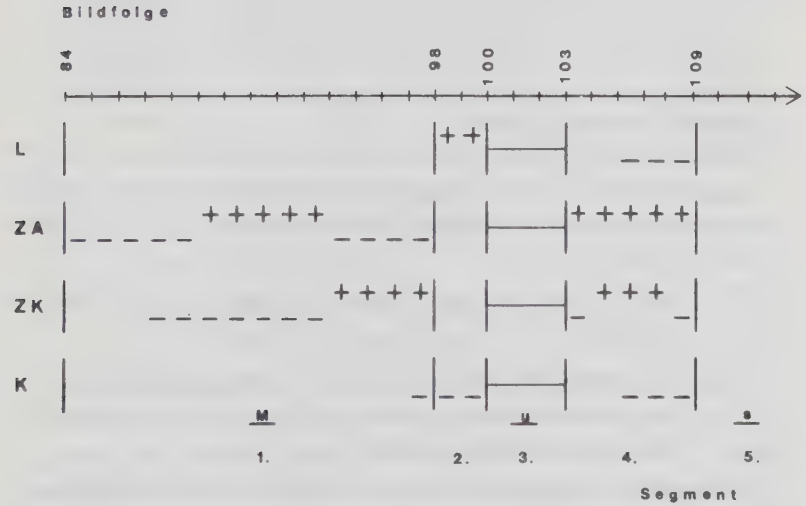
Abb. b : Nachzeichnung einer Artikulationsphase aus dem Wort "Mus" von "u" nach "s"



Gehörlosen genügend abgesichert, da aufgrund mehrerer Überprüfungen die Relation "größer" - "kleiner" bei der Beobachtung durchgehalten war. Bei der Registrierung dieser Daten wurden die Segmentfolgen aus der ersten Beschreibungsebene übernommen, um den Vergleich identischer Artikulationsphasen zu gewährleisten.

Folgende Abbildung (s. Abb. 13) veranschaulicht die Registrierung des Bewegungsablaufes der Artikulatoren bei dem Wort "Mus":

Abb. 13: Registrierung der Bewegungsaktivität



3. Beschreibungsebene

Um den komplexen artikulatorischen Vorgängen in einer Beschreibung gerecht zu werden, sollte in einem weiteren Arbeitsschritt eine Datenerhebung erfolgen, die differenzierter angelegt war und quantitative Aussagen zuließ. Da bei einer Laufbildbetrachtung der Rontgenfilme keine exakten Werte herausgelesen werden können, mußte notwendigerweise das einzelne Rontgenbild zum Gegenstand der Beobachtung werden. Jedes Röntgenbild enthält eine reduzierte Information der Ansatzrohrkonfiguration in einer zweidimensionalen Abbildung. Somit lassen sich prinzipiell bei Einführung eines Bezugssystems bestimmte Ortspunkte topographisch beschreiben. Aufgrund der konstanten Bildgeschwindigkeit bei der Aufnahme besteht eine bestimmte Bildfolge aus zeitlich aequidistanten Abständen, so daß über die Ortsveränderung bestimmter Punkte Aussagen über ihre Bewegung gemacht werden können.
Voraussetzung für diese Art der Beschreibung ist ein Bezugssystem, welches dem vorgegebenem Sachverhalt angepaßt sein muß; d.h. müssen Referenzpunkte und -linien bestimmt werden, die

1.) über die Bildfolge hinaus konstant bleiben und welche

2.) interindividuell hinsichtlich der individuell verschiedenen Ansatzrohrkonfigurationen gleiche Merkmale repräsentieren.

Mit dieser Problematik setzte sich vor allem Wildmann (1961) in einem grundlegenden Artikel auseinander, indem er verschiedene Ansätze mehrerer Autoren, Wolf (1942), Hixon (1949), Subtelny (1956), Fletcher (1958), diskutiert und weiterführend ein System von Kriterien entwickelt, die theoretisch abgesichert sind. Zunächst

stellt er fest, daß es nicht möglich ist, ein festes und komplett stabiles Bezugssystem für die Messung der abgebildeten Ansatzrohrkonfigurationen zu erstellen; denn das Bezugssystem kann nicht von außen an das beobachtete Objekt herangetragen werden, es muß sich vielmehr am artikulierend aufgenommenem Sprechapparat ergeben, also aus den Aufnahmen selbst extrahieren lassen. Unter dieser Voraussetzung sieht er nur die Möglichkeit, bei Einbeziehung der Anatomie und Physiologie im näheren Bereich ein relativ stabiles Bezugssystem errichten zu konnen, ein Bezugssystem, welches weniger veränderlich und vor allem stabiler ist als derjenige Punkt, dessen Ortsveränderung messend beobachtet werden soll. Zusammenfassend sollen nach seinen Überlegungen bei der Auswahl von Bezugslinien und -punkten für die Messungen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

"1.) Es sollten weitaus stabilere Bezugslinien und -punkte verwendet werden als die zu messenden;

2.) in diesem Zusammenhang sollten sie eine funktionale und anatomische Beziehung zu den Veränderlichen haben;

3.) sie sollten so wenig wie möglich weitere Variablen zulassen" (vgl. S.450) [1)]

Entsprechend dieser Kriterien wählt Wildmann die Palatalebene als erste und grundsätzliche Bezugslinie aus; sie erfüllt nämlich alle drei Kriterien für eine "brauchbare" Bezugslinie. Sie ist aufgrund der anatomischen Anordnung relativ stabil; das Palatum hat eine direkte funktionale Beziehung zur Oberflächenkontur der Zunge; und es werden keine irrelevanten Variablen ein-

1) (vom Verfasser übersetzt)

geführt, da die palatale Ebene unmittelbar auf den anatomischen Bereich der Zunge begrenzt ist.
Dieses Beispiel für die Auswahl einer "brauchbaren" Bezugslinien soll hier genügen (weitere Ausführungen: vgl. Sievers, 1975). Wildmann stellt neben der geeigneten Auswahl von Bezugspunkten noch eine weitere Forderung an das Meßverfahren; dieses soll nämlich so einfach wie moglich durchzuführen sein. So empfiehlt er, gewisse Bewegungsänderungen direkt ohne die Verwendung einer Bezugslinie zu messen; dabei verweist er auf das praktische Beispiel der velopharyngalen Schließ- und Öffnungsbewegung und kritisiert die verschiedentlich angewendeten komplizierten Meßverfahren. Schließlich kommt es nicht darauf an, möglichst viele Messungen vorzunehmen, sondern so viele wie notwendig, die einmal der Forderung des Untersuchungszieles gerecht werden und zum anderen in dieser bestimmten Hinsicht interpretierbar sind.

Bei Beachtung dieser sachgerechten Forderung und des Umstandes, daß die Einzelbildauswertung manuell erfolgen mußte und in einer überschaubaren Zeit geleistet werden sollte, wurden verschiedene Bezugssysteme und Meßmethoden auf ihre Angemessenheit hin überprüft (z.B. Wildmann 1961, Moll 1962, Daniloff 1967, Houde 1967, Perkell 1969, Kent 1970, Giles 1971). Dabei stellte sich heraus, daß bei Untersuchungen, die sich nur auf eine Versuchsperson bezogen (z.B. Perkell 1969), ein Bezugssystem aufgrund der vorgegebenen gleichbleibenden anatomischen Verhältnisse relativ einfach festzulegen ist, daß aber andrerseits bei Untersuchungen mit mehreren Versuchspersonen (z.B. Kent 1970 mit zwei, Giles 1971 mit drei Versuchspersonen) das Problem der individuell unterschiedlichen Verhältnisse im Sprechapparat umgangen wird, indem die individuell abgelesenen Werte

in Abbildungen und Tabellen getrennt dargestellt und hinsichtlich ihrer Vergleichbarkeit kaum problematisiert werden. Beim Literaturstudium wurde kein Beispiel gefunden, in dem man aufzeigen konnte, wie Daten, welche mittels eines bestimmten Bezugs- und Meßsystems in Anwendung auf die individuell verschiedenen Ansatzrohrkonfigurationen entstanden, aufgrund bestimmter Umrechnungen in interindividuell vergleichbare Werte transformiert werden konnten. Zwar sieht schon Wildmann (1961) dieses Problem, indem er dessen Lösung als zukünftige Aufgabe deklariert; auch medizinisch ausgerichtete phonetische Untersuchungen berühren dieses Problem, jedoch finden sie nach Meinung des Verfassers keine adäquate Lösung, wenn sie in Anlehnung an die Cephalometrie und an anthropometrisch definierten Punkten ein Bezugssystem errichten, ohne deren Relevanz für den Artikulationsraum zu kennen (vgl. z. Kriterium nach Wildmann, 1961).

In Kenntnis dieser Problemlage war es eine schwierige Aufgabe, für 15 Versuchspersonen dieser Untersuchung mit verschiedenen Ansatzrohrkonfigurationen eine angemessene Einzelbildauswertung durchzuführen (vgl. Größenunterschiede in den Abbildungen!).
Obwohl vom Verfasser einige Versuche unternommen wurden, über entsprechende Transformationen verschiedene Ansatzrohrkonfigurationen vergleichbar zu machen, können diese Werte nur einen vagen Hinweis für Größenunterschiede geben, nicht aber beweiskräftig als gültige Vergleichsbasis angesehen werden. [1] Eine intensivere Behandlung

---

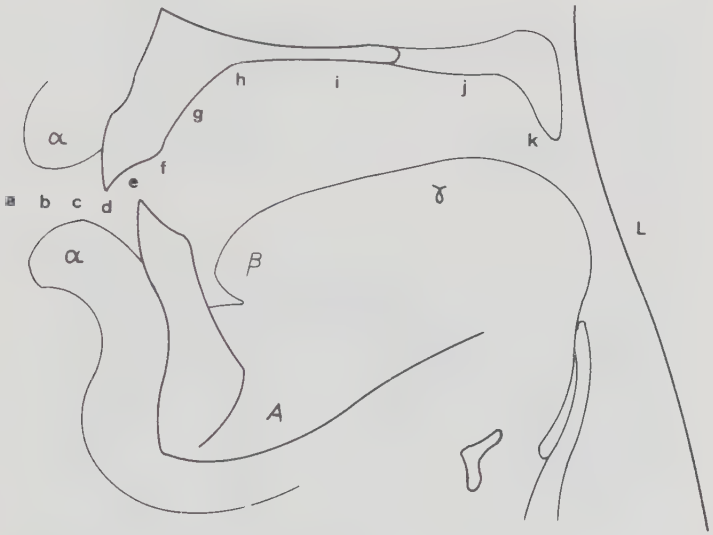
1) Diese gefundenen Vergleichswerte sollen an späterer Stelle der Vorstellung dienen, wie stark die Unterschiede sind und wie daraufhin bestimmte Absolutwerte relativiert werden müßten.

dieses Einzelproblems mußte schließlich ausgespart werden, - für dessen Lösung wäre eine besondere Forschungsaktivitat notwendig -, um ohne allzugroßen zeitlichen Verzug und trotz der eingeschränkten Möglichkeiten der nachfolgenden Datenverarbeitung artikulatorisches Fehlverhalten angemessen aufzeigen zu können.
Unter Berücksichtigung der bisher diskutierten Gesichtspunkte mußte sich die Auswahl der Auswertungsmethode am Kompromiß orientieren; schließlich erwies sich, daß das "Analphabetische Beschreibungssystem" des klassischen Phonetikers Jespersen (1904) eine geeignete Konzeption enthielt, die bei einigen Änderungen für die Einzelbildauswertung anwendbar erschien.

Jespersen versuchte mit diesem Beschreibungssystem, durch Benennung verschiedener Punkte im Mund und Rachenraum und Angabe der Abstände dieser Punkte zueinander in der zeitlichen Aufeinanderfolge darzustellen. Er ging davon aus, daß der Mund- und Rachenraum aus relativ unbeweglichen und beweglichen Teilen besteht. Die Punkte an den unbeweglichen Teilen, wie den oberen Schneidezähne, den oberen Alveolen und dem Gaumen, sowie die Stellung der Lippen (gerundet, neutrale Position, gespreizt) bezeichnete er mit kleinen lateinischen Buchstaben, während er die Punkte auf den beweglichen Artikulatoren, wie Kiefer, Lippen, Velum und Zunge, mit griechischen Buchstaben versah (vgl. Abb. 14).

Die Abstände zwischen den beweglichen und den feststehenden Bezugspunkten wurden nicht in gemessenen Werten angegeben, sondern als qualitative Aussagen, die der Minimalforderung der Relation "größer-kleiner" genügen, erfaßt. Auf diese Weise konnten einzelne Artiku-

Abb. 14: Das analphabetische Beschreibungssystem nach Jespersen

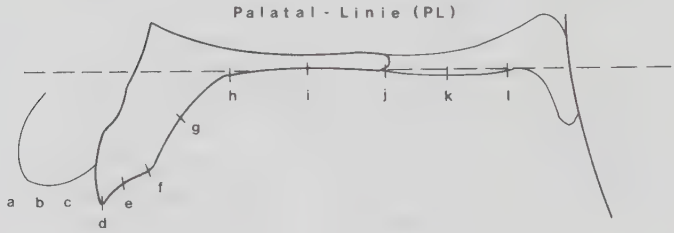


lationsstellungen nach einer bestimmten Vorschrift für die Notierung dargestellt werden.

Für die Zwecke dieser Untersuchung erschien dieses Beschreibungssystem zu grob, da abweichende Artikulationsstellungen bei Gehörlosen mit dem Raster dieser qualitativen Erfassung nur ungenau aufgezeigt werden konnten. Aus dem Grunde wurde die Konzeption des Beschreibungssystems den Anforderungen dieser Untersuchung angepaßt. In Anlehnung an Jespersen und den Kriterien für die Auswahl von Bezugspunkten und -linien nach Wildmann (1961) wurde die Palatalebene als adäquate und grundsätzliche Bezugslinie ausgewählt. Da auch der weitere Oberkiefer mit den oberen Schneidezähnen und Alveolen eine für den Artikulationsraum feststehende Begren-

zung darstellt, konnte es neben der Palatalebene als weiterer Bezug gelten, indem an ihm bestimmte Punkte definiert wurden. Die Position der Lippen wurde wie bei Jespersen nach qualitativen Kriterien benannt. Somit ergeben sich an der oberen Begrenzung des Artikulationsraumes folgende definierte Bezugspunkte (vgl. Abb. 15):

Abb. 15: Definierte Punkte entlang der Palatal-Linie



a: gerundete Lippenform
b: neutrale Position der Lippen
c: gespreizte Lippenform
d: Spitze der oberen Schneidezähne
e: Mittelpunkt aus der halbierten Strecke von d und f
f: abgeleitet aus dem großten Krümmungsradius an den Alveolen
g: Mittelpunkt aus der halbierten Strecke von f und h
h: abgeleitet aus dem großten Krümmungsradius am vorderen harten Gaumen

i: Mittelpunkt aus der halbierten Strecke von h und j

j: Grenzpunkt zwischen dem harten und weichen Gaumen

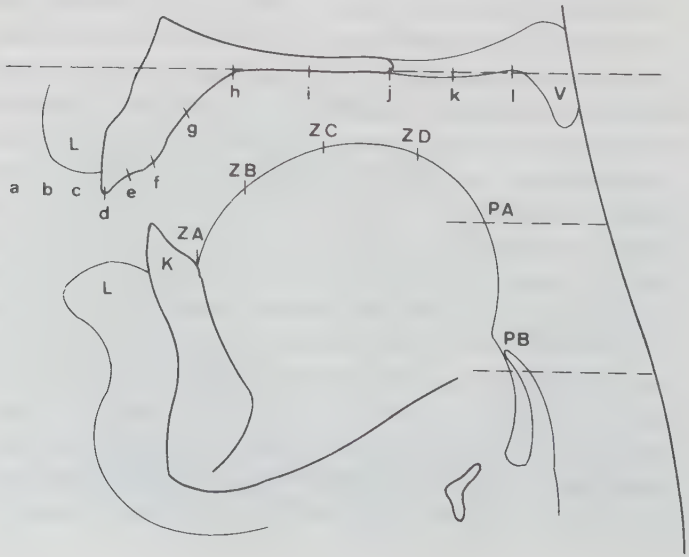
k: 1/3 der Strecke j bis zum Schnittpunkt der Palatallinie mit der Pharynxwand bei geschlossenem Velum von dem Punkt j aus abgetragen

l: 2/3 der Strecke j bis zum Schnittpunkt der Palatallinie mit der Pharynxwand bei geschlossenem Velum von dem Punkt j aus abgetragen.

Die beweglichen Artikulatoren, wie die Lippen (L), die Zunge (Z), der Unterkiefer (K) und das Velum (V) erhielten als Kennzeichnung große lateinische Buchstaben. In Bezug auf die differenzierte Zungenartikulation erschien die Aufteilung der Zungenkontur nach Jespersen zu grob; nun findet man aber für seine Durchführung keine bestimmten Kriterien, nach denen eine Aufteilung der Zunge in bestimmte Bereiche vorgenommen werden könnte. Auch die Versuche von Houde (1967) und Kent (1970), die den einzelnen Versuchspersonen vor den Röntgenaufnahmen kleine Metallplättchen auf die Zunge legten und die Auswertung nach diesen abgebildeten Punkten vornahmen, bieten nur eine unsichere Plazierung, da sie, wie auch sie bemerkten, nicht sicher sein können, ob sie damit interindividuell identische Punkte festgelegt haben. Wegen der genannten Schwierigkeit wurden bei dieser Auswertung zwei relativ stabile und leicht identifizierbare Punkte als Ausgangspunkt für die weitere Aufteilung gewählt, und zwar die Zungenspitze (ZA) und der in Relation zur Palatallinie höchste Punkt des Zungenbeins. Der am Zungenbein definierte Punkt diente als Hilfspunkt, von dem aus bei Neutrallage der Zunge für jede einzelne

Versuchsperson zwei Punkte (PA und PB) im Pharynxbereich festgelegt wurden. Bei dieser Festlegung wurde beachtet, daß die weitere Aufteilung der Zungenkontur gleiche Strecken ergab. Nach der Bestimmung dieser Punkte sollte eine größtmögliche Objektivierung der Zungeneinteilung dadurch erreicht werden, daß eine durchsichtige Schablone mit den Fixpunkten PA und PB sowie mit den Konturen des Oberkiefers auf den Betrachtungsschirm gelegt wurde und die Zungenkontur unter Berücksichtigung der Punkte ZA und PA von dem Beobachter in 4 gleiche Teile zerlegt wurde; daraus entstanden die weiteren Zungenpunkte ZB, ZC und ZD. Folgende Abbildung veranschaulicht diesen Sachverhalt:

Abb. 16: Darstellung des verwendeten Beschreibungssystems



Von den so erhaltenen Zungenpunkten ZA, ZB, ZC und ZD wurden die Abstände zu den jeweilig ihnen gegenüberliegenden Punkten am Oberkiefer und von den Zungenpunkten PA und PB im Pharynxbereich - im definierten Abstand zur Palatallinie - die Entfernung von der Pharynxwand mit Hilfe einer Schablone in Einheiten von 1/2 cm abgelesen; unter Einbeziehung von Zwischenstufen ergab sich dabei eine hinreichende Meßgenauigkeit von 1-2 mm.
In ähnlicher Weise wurde der velopharyngale Öffnungsgrad bezüglich des minimalsten Abstandes, der Öffnungsgrad des Unterkiefers unter Berücksichtigung der Punkte e am Oberkiefer und Spitze des Schneidezahnes am Unterkiefer und der Öffnungsgrad der Lippen bestimmt. Ein Verschluß wird generell mit 0 angegeben; andere Artikulationsstellungen je nach Öffnungsgrad mit höheren Zahlenwerten. Die Beschreibung einer Artikulationsstellung kann demnach aufgrund des oben gezeigten Bildes folgendes Aussehen haben:

L 4^{b} / ZA 6^{g}, ZB 5^{h}, ZC 3^{i}, ZD 3^{jk}, PA 4,8, PA 5,5 /

K 2, V 0

Der Beobachter geht bei der Beschreibung der Zungenkontur von den einzelnen Zungenpunkten aus und fällt mit Hilfe des Rasters auf der Schablone das Lot auf die Palatallinie; die folglich aus dem einzelnen Zungenpunkt und dem ihm gegenüberliegenden Schnittpunkt mit der Kontur des Oberkiefers entstehende Strecke wird als Abstand gemessen. Hierbei kann der Fall eintreten, daß der Schnittpunkt an der Kontur des Oberkiefers zwischen den auf der Schablone mit kleinen lateinischen Buchsta-

ben bezeichneten Punkten liegt. Diese Zwischenpunkte am Oberkiefer werden insofern qualitativ näher bezeichnet, als z.B. die mittlere Lage zwischen den Punkten g und h wie folgt mit einem Komma g, h, die vordere Lage nach g hin mit der bestimmten Aufeinanderfolge der Buchstaben gh und die hintere Lage nach h hin mit hg gekennzeichnet werden.
Bei einer linearen Anordnung der Beschreibung aufeinanderfolgender Röntgenbilder erhält man, wie auf Abbildung 17 zu sehen ist, ein Notationssystem, an dem man das jeweilige Verhalten der Artikulatoren ablesen kann und bei dem sich die in der ersten Beschreibungsebene vorgenommene Segmentierung wieder ergibt. Dieses Notationssystem erlaubt es, gleichzeitig einen Überblick über folgende Faktoren zu gewinnen:

1. welcher Artikulator oder Teil eines Artikulators sich bewegt,
2. die Richtung der Bewegung,
3. die Dauer der Bewegung,
4. die Intensität der Bewegung,
5. Koordination von Bewegungen,
6. koartikulatorische Verflechtungen.

Abb. 17 Notationssystem zur Beschreibung aufeinanderfolgender Röntgenbilder

305				310			315			320		
L	b 1	" 0	" 0	" 0	" 0	" 0	" 0	" 0	" 1,8	bc 2,5	" 4	" 5
ZA	fg 5	"	"	"	f 4	fg 4,5	f,g 5	" 5,3	" 5,5	gf 6,5	" 7	g "
ZB	hi 5,3	h 5	" 4,5	"	"	"	"	"	" 4,3	"	"	hi 4 "
ZC	ji 4	i,j 3,3	"	"	"	"	" 3,3	i 3	" 2,8	" 2,5	" 2,3	i,j 2 "
ZD	k 4	j,k "	"	"	"	"	"	jk 4	" 3,3	" 3,5	" 3,3	" 3 "
PA	6	6,5	6,8	" 7	"	7,3	"	7,5	7,8	"	7,3	" 7
PB	7,3	7,5	8	8,3	8,5	8,8	9	9,3	9,5	9,8	" 9	" 8,8 "
K	0,8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	" "
V	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0

VI. Darstellung der Ergebnisse

In dieser Arbeit werden aus technischen Gründen nur jene Daten dargestellt, welche sich aus der 1. und 3. Beschreibungsebene ergeben. Aufgrund dieser empirisch ermittelten Werte werden deskriptiv und zum Teil quantitativ Aussagen gemacht über

1.) die zeitliche Struktur von artikulatorischen Segmenten,

2.) Bewegungsverläufe der Zungenpunkte,

3.) Artikulationsstellungen bei Vokalen,

4.) Artikulationsstellungen bei Konsonanten.

Wegen der relativ geringen Anzahl von Versuchspersonen und des geringen Sprachmaterials können statistische Methoden bei der Auswertung kaum zur Anwendung kommen. Dennoch ist es mit der hier verwendeten Quantifizierung (Mittelwerte, Streuungen) möglich, gruppenspezifische Tendenzen festzustellen; außerdem liegt in dieser einfachen Handhabung des Datenmaterials der Vorteil, daß der Beobachter nicht die individuellen Eigenarten bei der Artikulation bestimmter Sprecher aus seinem Gesichtskreis verliert. Tatsächlich führte die Beachtung dieses Gesichtspunktes in dieser Untersuchung zu wesentlichen Erkenntnissen.

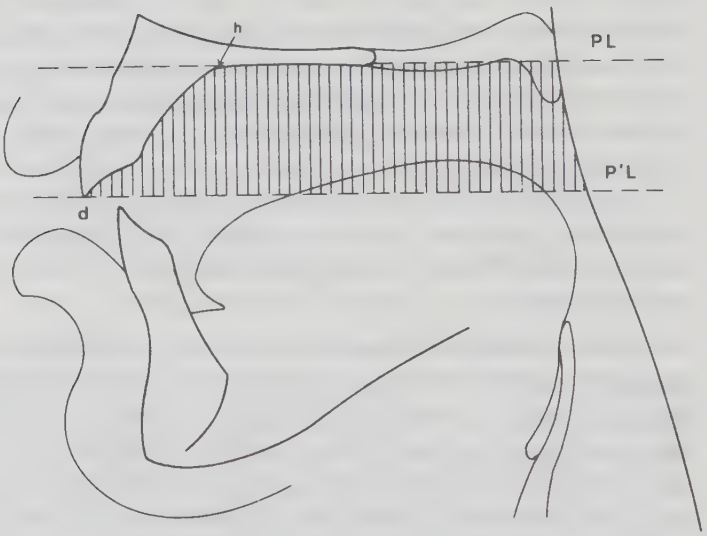
1. Größenunterschiede bei den Ansatzrohrkonfigurationen

Das dargestellte Beschreibungssystem für die quantitative Einzelbildauswertung erfaßt für definierte Punkte an den Artikualtoren (vor allem der Zunge) exakte Meßwerte, die wegen der Größenunterschiede bei 15 ver-

schiedenen Ansatzrohrkonfigurationen (15 Versuchspersonen) nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind. Es wurde zwar an früherer Stelle darauf hingewiesen, daß es bisher noch keine Methode gibt, diesbezüglich die individuellen Meßwerte mittels geeigneter Verfahren in vergleichbare Meßwerte zu transformieren; dennoch erscheint es angebracht, diese optisch leicht feststellbaren Größenunterschiede in entsprechende Klassen zu unterteilen, so daß daraufhin die individuellen Absolutwerte, mit einem Index für bestimmte Grössenklassen versehen, interindividuell wenigstens annähernd vergleichbar werden und deskriptiv eingeordnet werden können.

Bei einem optischen Vergleich aller 15 verschiedenen Ansatzrohrgrößen stellte sich heraus, daß die Größenunterschiede im wesentlichen durch die unterschiedliche Anordnung der sagittalen Oberkieferkontur verursacht wurde. In den zweidimensionalen Abbildungen zeigten sich interindividuell verschiedene Ansatzrohrlängen (vgl. Abb. 18) in Höhe der Palatallinie (PL) und ihrer Parallelen (P'L) durch den Punkt d) und -höhen (Lot vom Punkt h auf die Parallele). Die von der Palatal-Linie und ihrer durch den Punkt (d) gezogenen Parallelen und der vorderen Oberkiefer- und hinteren Pharynxkontur eingeschlossenen Fläche (vgl. Abb. 18, schraffierte Fläche) konnte somit als geeigneter Ausgangspunkt für den Vergleich von Ansatzrohrgrößen angesehen werden.
Diese Fläche wurde für jede Versuchsperson mit Hilfe der graphischen Integration bestimmt. Es ergaben sich folgende Werte: (vgl. Tab. 1, S.117)

Abb. 18: Meßsystem zum Vergleich unterschiedlicher Ansatzrohrgrößen



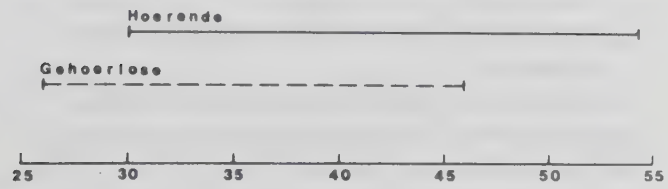
Da für die Feststellung von artikulatorischem Fehlverhalten bei Gehörlosen die Artikulation von Hörenden das Vergleichskriterium ist, muß sich auch die Auswahl von Klassengrößen bezüglich der auftretenden Ansatzrohrgrößen nach dieser Gruppe richten. Bei der Betrachtung der Werte fällt auf, daß innerhalb der Gruppe der Hörende drei sich stark unterscheidende Größen auftreten; im Vergleich zur Gruppe der Gehörlosen ist zwar festzustellen, daß sich die Werte hinsichtlich ihrer Lage unterscheiden (bei den Hörenden liegen sie zwischen 29,85 und 54,23; bei den Gehörlosen zwischen 26,08 und 46,24);

Tabelle 1: Übersicht von Ansatzrohrgrößen der verschiedenen Sprecher

Hörende (H):		Gehörlose (G):	
VP	cm^2	VP	cm^2
1	54,23	1	26,08
2	36,66	2	30,20
3	36,90	3	38,92
4	29,85	4	27,92
		5	26,79
		6	34,87
		7	27,64
		8	46,24
		9	43,11
		10	32,51
		11	40,01
M_H =	39,41	M_G =	34,03
$\acute{o}$ =	9,--	$\acute{o}$ =	6,76

dennoch überlappen sie sich in einem größeren Bereich (vgl. Abb. 19)

Abb. 19: Vergleich der Ansatzrohrgrößen



Wegen dieser Überlappung ist es gerechtfertigt, die Skala der verschiedenen Werte nach der Ordnungsvorschrift, daß Fall 1 großer ist als Fall 2 und dieser großer ist als Fall 3, in eine Rangskala zu überführen. Die von der hörenden Gruppe vorgegebenen Großenklassen erhalten die Bezeichnung groß (g), mittel (m) und klein (k); die Abkürzungen werden später der Nummer der Versuchsperson als Index beigefügt. Die mit (g) bezeichnete Klasse repräsentiert Ansatzrohrgrößen mit Werten über 40, (m) Werte zwischen 30 und 40, (k) Werte unter 30. Entsprechend dieser Klassifizierung ergibt sich folgende Aufteilung der Klassenzugehörigkeit:

	g	m	k	
Hörende (VP)	1	2,3	4	Nummer
	1	2	1	Anzahl
Gehörlose (VP)	1,4,5,7	2,3,6,10	8,9,11	Nummer
	4	4	3	Anzahl

Bei der späteren Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse wird demnach die Kennzeichnung einer Versuchsperson aus drei Komponenten bestehen, nämlich

1. Bezeichnung für die Gruppenzugehörigkeit (H oder G),
2. Nummer der Versuchsperson (1 - 4 oder 1 - 11),
3. Bezeichnung für die Klassenzugehörigkeit (g, m oder k).

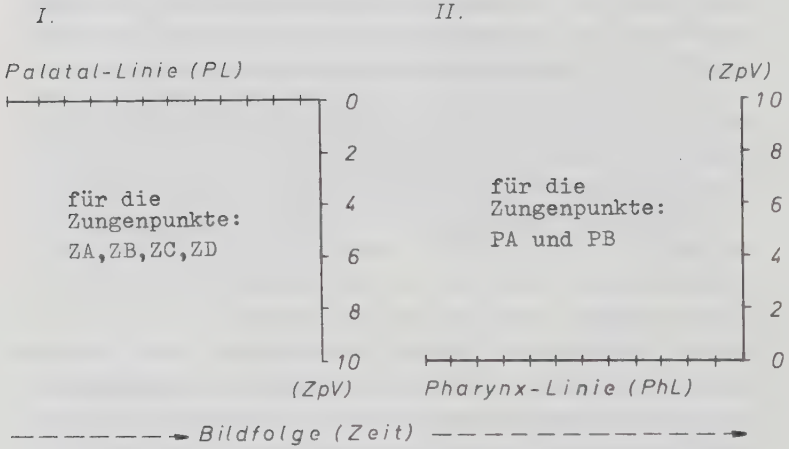
Die Kurzform dieser Kennzeichnung wird in folgender Anordnung geschrieben: H2m.

2. Bewegungsverläufe der Zunge in definierten Artikulationsphasen

Bei der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wird der größere Wert auf die Zungenartikulation gelegt, denn es ist anzunehmen, daß diese Artikulation für Gehörlose am schwierigsten ist und somit in diesem Bereich die zahlreichsten Abweichungen auftreten.

Das in dieser Untersuchung verwendete Beschreibungssystem der 3. Beschreibungsebene erlaubte eine quantitative Einzelbildauswertung, wodurch die Zungenkontur mit Hilfe von sechs verschiedenen Zungenpunkten topographisch dargestellt werden konnte. Die vorderen 4 Zungenpunkte (ZA, ZB, ZC, ZD) ließen sich durch eine Ortsbestimmung bezüglich der Palatal-Linie, die hinteren 2 Punkte hinsichtlich der Pharynx-Linie beschreiben. Bei der Betrachtung eines bestimmten Zungenpunktes während eines Zeitabschnittes (bestimmte Bildfolge) läßt sich anhand seiner Ortsveränderung eine Kurve erstellen, die den Bewegungsablauf der Zungenregion darstellt. Derartig ermittelte Bewegungsabläufe sollen im Folgenden bei einer vergleichenden Betrachtung zwischen Hörenden und Gehörlosen hinsichtlich ihrer typischen sich unterscheidenden Charakteristika beschrieben werden.
Von den sechs möglichen Zungenpunkten wurden 4, nämlich ZA, ZC und PA, PB gemäß ihrer Ortsveränderungen in Kurven dargestellt, wobei zwei verschiedene Koordinatensysteme (I und II) die Ort-Zeit-Relationen abbilden. Für die Zungenpunkte ZA und ZC repräsentiert die Palatal-Linie (PL) die Relation der zeitabhängigen Ortsveränderung, während für die Punkte PA und PB die Pharynxlinie (PhL) diesen Bezug darstellt (vgl. Abb. 20).

Abb. 20: Verwendete Koordinatensysteme zur Darstellung der Bewegungsverläufe von Zungenpunkten

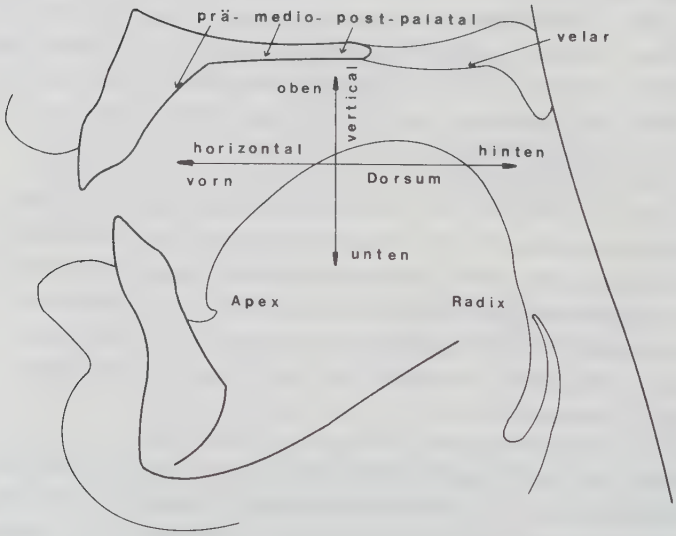


Die zweite Linie (ZpV) des Koordinatensystems kennzeichnet eine zeitliche Begrenzung; d.h. zu dem Zeitpunkt ist eine artikulatorische Phase abgeschlossen und die Zielposition der Artikulationsstellung für den folgenden Vokal erreicht; außerdem können von ihr die Werte für Abstände abgelesen werden.
Die in den Koordinatensystemen dargestellten Kurven beziehen sich auf eine Artikulationsphase, die aus zwei Segmenten besteht; das erste Segment beinhaltet das erste konsonantische Element der Lautkombination KVK (z.B. bei dem Wort "kam" die Phase der Verschlußbildung für den Laut /k/), während das zweite Segment die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die Segmentgrenzen sind auf den Kurven mit kleinen senkrechten Strichen gekennzeichnet.

Die in der beschriebenen Art erstellten Artikulationskurven der genannten 4 Zungenpunkte wurden für alle 10 Einzelwörter und alle 15 Versuchspersonen angefertigt; diese Darstellungen sind dem Anhang beigefügt. Dieses Material wurde anschließend gesichtet, indem aufgrund eines optischen Vergleichs abweichende Kurvenverläufe bei den Gehörlosen ausgewählt und getrennt dargestellt wurden. Das so reduzierte Material wird in diesem Kapitel aufgrund eines Vergleichs mit den Artikulationskurven der Hörenden qualitativ und teils quantitativ beschrieben.

Im Text werden bei der Beschreibung der artikulatorischen Ereignisse, die sich sowohl auf Artikulationsstellungen als auch -bewegungen der Zunge in Relation zum umgebendem Artikulationsraum beziehen, Begriffe verwendet, welche der Kennzeichnung von regionalen Bezirken in ihrer anatomischen Anordnung entsprechen (vgl. folgende Abb. 21).
Dieses relativ grobe Vokabular bietet den Vorteil, Verhältnisse und Vorgänge in ihrer typischen Eigenart einfach und klar im Text hervorheben zu konnen. Die Zunge ist demnach in drei Regionen mit den Bezeichnungen Apex (= ZA), Dorsum (= ZC) und Radix (= PA, PB) aufgeteilt; bezüglich des umgebenden Artikulationsraumes werden vor allem das Palatum (und deren weitere Aufteilung in prä-, medio- und post-) und die Pharynxwand zur Beschreibung herangezogen. Bei Artikulationsbewegungen wird die Richtung mit den Bezeichnungen "vertikal" und "horizontal" oder mit den Adjekiven "oben" - "unten" und "vorn" - "hinten" angegeben.

Abb. 21: Darstellung von Beschreibungen im Artikulationsraum



3. Die zeitliche Struktur von artikulatorischen Segmenten in KVK-Wörtern

Wie bereits erwähnt, wurde bei der Beschreibung der Artikulation von KVK-Wörtern die auf den Röntgenfilmen sichtbaren artikulatorischen Abläufe nach definierten Kriterien in 5 Segmente aufgeteilt. Das auf diese Weise gesichtete Datenmaterial läßt die Vermutung zu, daß die Dauer dieser unterschiedlichen Segmente eines bestimm-

ten Wortes nicht voneinander unabhängig, sondern vielmehr miteinander korreliert sind. Die hier aufgeworfene Fragestellung wird verdeutlicht, wenn zuvor der Begriff der Korrelation erläutert wird: Zwei Variable sind miteinander "hoch korreliert", wenn durch einen Punktschwarm (wobei jeder Punkt ein beobachteter Wert von der Variablen x und der Variablen y darstellt) eine Gerade gelegt werden kann, so daß man ausgehend von Werten der Variablen x sehr genau die entsprechenden Werte der Variablen y vorhersagen kann.
Wenn in dieser Untersuchung die verschiedenen Segmente eines Wortes als Variable aufgefaßt werden, dann ist es möglich, eine Korrelationsmatrix R zu berechnen, in der die $\frac{n \times (n-1)}{2}$ Korrelationen zwischen den Variablen (hier also den Segmenten) eingetragen sind. Die Anzahl der signifikanten Korrelationskoeffizienten könnte dann ein Hinweis auf die Strukturierung des Zeitverlaufs in der Artikulation sein. Wenn eine oder mehrere signifikante Korrelationen zwischen den verschiedenen Variablen gefunden werden, so bedeutet dieses, daß die Dauer von einem oder mehreren Segmenten aus der Dauer von anderen Segmenten vorhersagbar ist.

Nach der Berechnung dieser Korrelations-Koeffizienten ergibt sich der folgende Schritt; nämlich ihre Anzahl zwischen Hörenden und Gehörlosen zu vergleichen, so daß mögliche Unterschiede in der zeitlichen Strukturierung der Artikulation dieser Wörter hervortreten.

Die Entwicklung von modernen multivariaten Techniken (Faktorenanalyse) macht es weiterhin moglich, aufgrund einer Korrelationsmatrix hypothetische Variablen aufzufinden, die die Zusammenhänge der Beobachtungsdaten hin-

1) Für die statistische Verarbeitung dieser Daten danke ich Herrn T. Rietveld (wissenschfl. Mitarbeiter am Institute voor Phonetiek de Katholieke Universiteit Nijmegen, Nederlands).

reichend genau reproduzieren. Das bedeutet, daß zwei zusammenhängende (korrelierte) Variablen durch eine ihnen zugrunde liegende Variable repräsentiert werden kann.
Dieser letzte Schritt der Faktorenanalyse konnte mit diesem Datenmaterial aufgrund der geringen Anzahl von horenden Sprechern (n = 4) leider nicht durchgeführt werden.

Im Folgenden werden die Korrelationsmatrizen der Wörter zwischen Hörenden und Gehörlosen verglichen.
In der Tabelle (vgl. Tab. 2, S.126) sind die signifikanten Korrelationskoeffizienten (p 0,05, einseitig) bei Gehorlosen und Hörenden eingetragen, um aufgrund dieser Gegenüberstellung und des Vergleichs zu prüfen, ob von einer unterschiedlichen Strukturierung des Zeitverlaufs gesprochen werden kann. Es sei vorausgeschickt, daß es von drei der hier untersuchten Worter (Kamm, Bett, lieb) keine vergleichbaren Korrelationsmatrizen gibt, da verschiedene Variablen der drei von Hörenden gesprochenen Wörter eine Varianz von 0 aufwiesen, wodurch die Berechnung der Korrelationskoeffizienten unmoglich wurde.

Aufgrund dieser tabellarischen Übersicht können folgende Ergebnisse festgehalten werden:

1.) Bei Horenden und Gehörlosen korrelieren fast nie dieselben Segmente.

2.) Bei den Horenden gibt es von 7 vier Äußerungen (Tur, muß, Mus, schön), die mehr signifikante Korrelationen aufweisen als bei den Gehörlosen.

3.) In keinem Fall (Äußerung) sind bei den Gehörlosen signifikante Korrelationen häufiger als bei den Horenden.

Diese festgestellten Resultate lassen den Schluß zu (bei aller Einschränkung, die durch die relativ geringe Anzahl von Versuchspersonen und des geringen Sprachmaterials gegeben sind), daß der Zeitverlauf in der Artikulation bei den Gehorlosen weniger und vor allem überwiegend anders strukturiert ist.

Tabelle 2: Korrelationsmatrizen der Wörter bei Hörenden und Gehörlosen

Hörende (n = 4)		5 % level	Gehörlose (n = 11)	
Segmente	r	Wörter	Segmente	r
2 + 3	0.94	kam	4 + 5	0.59 [1]
1 + 5	0.92	Mus	1 + 5	0.67
2 + 3	0.96			
1 + 5	0.90	muß	4 + 5	0.53
4 + 3	0.96			
2 + 3	0.94	spät	2 + 4	0.57
1 + 3	0.99	schön	2 + 4	0.71
1 + 4	0.98		2 + 5	0.71
1 + 5	0.91			
3 + 4	0.94			
3 + 5	0.92			
4 + 5	0.98	Tür	1 + 3	0.55
1 + 5	0.95			
1 + 3	0.95	Beet	2 + 5	0.66

Für n = 11 (Gehörlose) ist ein Korrelat.Koeff. von 0.52, für n = 4 (Hörende) ist ein Korrelat.Koeff. von 0.90 auf dem 5 % level siginifikant.

1) Dieses Wort wurde nur von 9 Gehörlosen gesprochen; n = 9 (r = 0.58 ist signif. auf 5 % level)

4. Die Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) in KVK-Wörtern

Die Bewegungsverläufe der ausgewählten Zungenpunkte werden als Kurven in Koordinatensystemen dargestellt. Anhand dieser Kurven können im einzelnen die Bewegungen der wesentlichen Zungenbereiche, aber auch insgesamt die Bewegung der Zunge beobachtet werden. Die Kurven beziehen sich jeweils auf eine Artikulationsphase der KVK-Wörter, welche aus zwei Segmenten besteht: das erste Segment umfaßt jeweils die konsonantische Phase (Verschluß oder Konstriktion) und das zweite enthält die Phase von der Verschluß- oder Konstriktionslösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals. Der Beginn der Artikulationsphase wird Ausgangspunkt (Ap) genannt, das Ende wird mit der Umschreibung Zielposition des Vokals (ZpV) gekennzeichnet.
Die Beobachtung und der Vergleich der Kurvenverläufe führt zu Aussagen über Bewegungen der einzelnen Zungenpunkte und der Zunge insgesamt; es wird geprüft, ob eine Bewegung vorhanden und wie ausgeprägt sie ist, welche Bewegungsrichtung eingenommen, ob die Bewegung kontinuierlich, abrupt oder mit Unterbrechungen ausgeführt wird, in welcher zeitlichen Abfolge Bewegungseinsätze erfolgen, ob und auf welche Weise die jeweilige Zielposition erreicht wird. Die bei den einzelnen Testwörtern festgestellten Ergebnisse werden abschließend unter den Stichwörtern "Streuung", "Bewegungsverläufe", "Koartikulation" und "Bewegungsökonomie" zusammengefaßt.

4.1. Testwort "kam"

Bei dem Wort "kam" wird die Artikulationsphase "k" nach "a" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "dorso-postpalataler Verschluß",

während das zweite die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die zeitliche Abfolge von Bewegungseinsätzen der betrachteten Zungenpunkte ist bei Hörenden und Gehörlosen etwa gleich. Die größten Abweichungen bezüglich der Kurvenverläufe (vgl. Abb. 22, 23, 24, 25) sind im Pharynxbereich an den Zungenpunkten PA und PB zu beobachten.

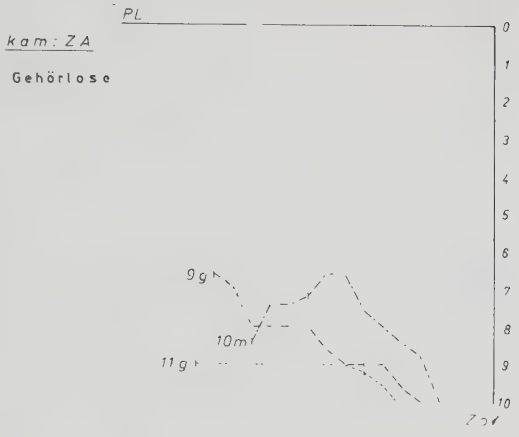
PA : Wie anhand der Kurvenverläufe zu beobachten ist (vgl. Abb. 24), zeigen die hörenden Sprecher in der Bewegungsrichtung eine einheitliche Tendenz, indem ausgehend von höheren Werten niedrigere erreicht werden. Übertragen auf die Zungenartikulation bedeutet dieses, daß die Zunge sich in diesem Bereich schon während der Verschlußbildung für den Laut "k" langsam und nach der Verschlußlösung schneller auf die Pharynxwand hinzubewegt und hier eine Enge bildet, die bei allen Versuchspersonen im Wertebereich von 2,5 bis 3,0 liegt.

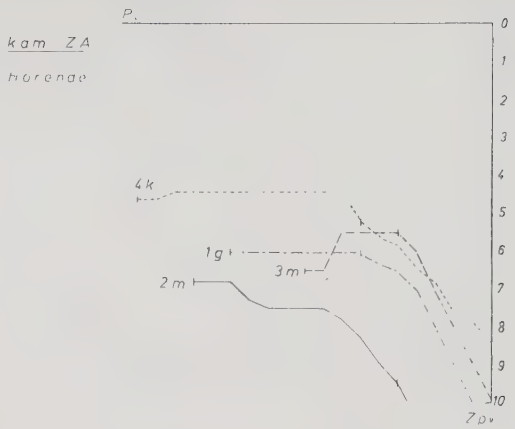
Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher [1] zeigen dagegen in 5 Fällen (4k, 5k, 7k, 10m und 11g), das sind mehr als 60 %, hinsichtlich der Bewegungsrichtung eine entgegengesetzte Tendenz, insofern als der Verlauf ausgehend von niedrigen Werten höheren zustrebt. Nach Berechnung der Mittelwerte [2] für die Ausgangswerte und Zielwerte läßt sich dieser Sachverhalt in folgender Darstellung (s. Abb. 26) veranschaulichen:

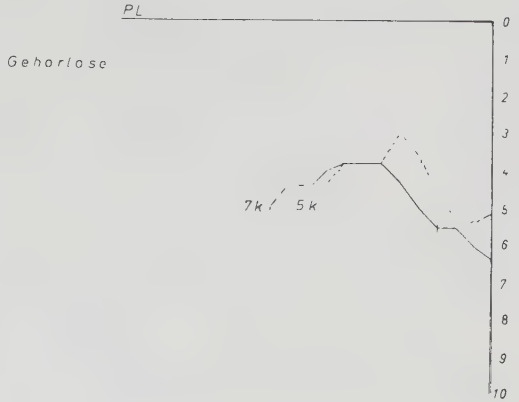
---

1) Dieses Wort wurde nur von 8 Gehörlosen gesprochen.

2) Für diese und folgende Angaben von Mittel- und Streuungswerten vgl. Anhang, S.


PL
kam: ZA
Gehörlose
9g
10m
11g
Zp


kam ZA
4k
1g
3m
2m
Zp


PL
Gehörlose
7k
5k

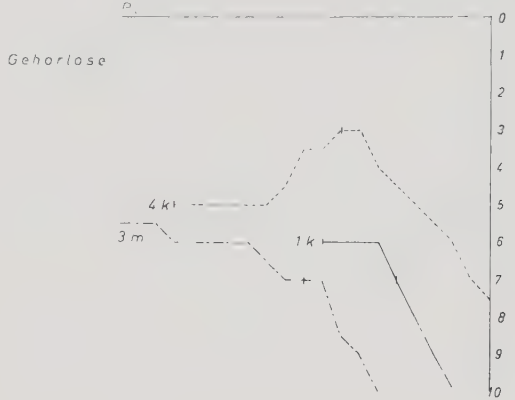

Gehörlose
4k
3m
1k

Abb. 22

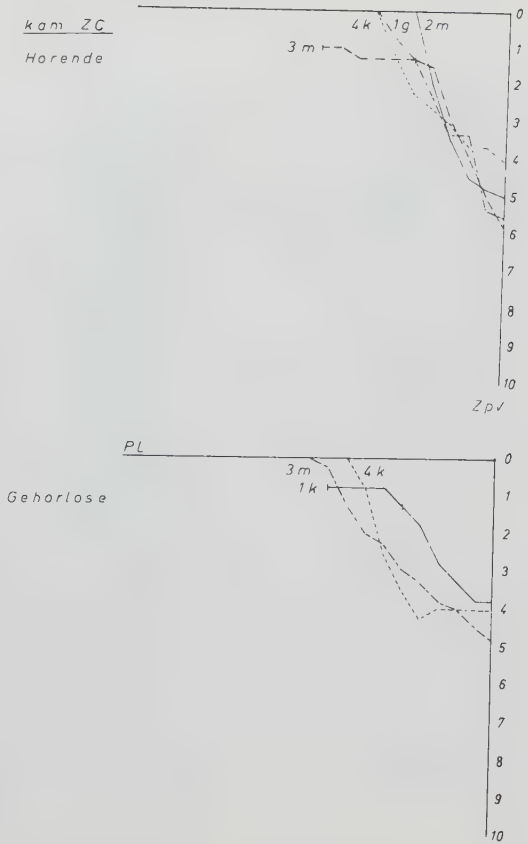
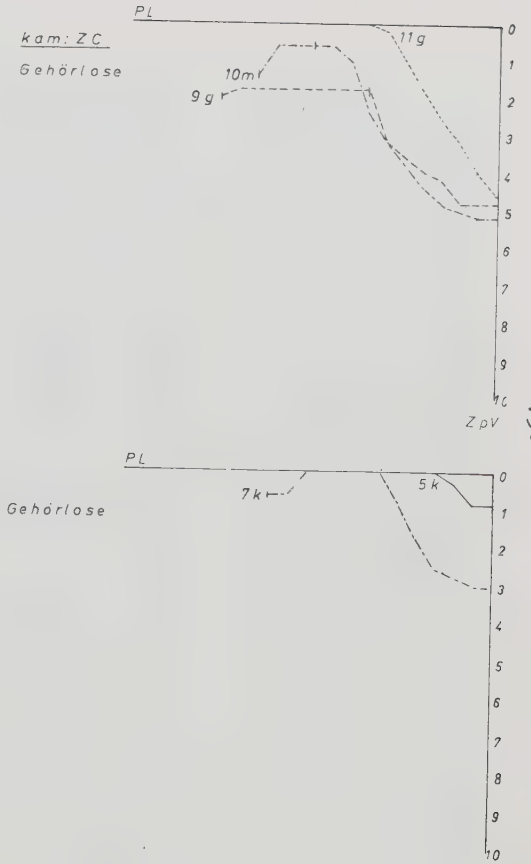
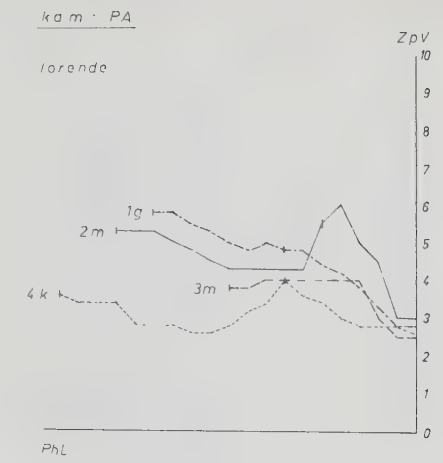
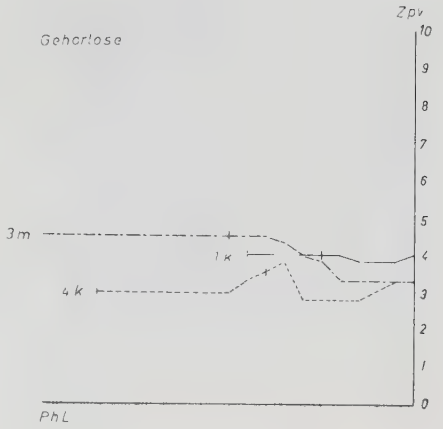
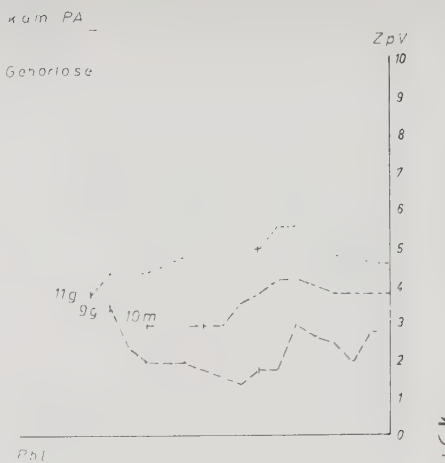

kam ZC
Horende
4k
1g
2m
3m
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Zpv
PL
Gehörlose
3m
4k
1k
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 23


PL
kam: ZC
Gehörlose
11g
10m
9g
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Zpv
PL
Gehörlose
7k
5k
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


kam · PA
lorende
ZpV
1g
2m
3m
4k
PhL


Zpv
Gehorlose
3m
1k
4k
PhL


kam PA
ZpV
Gehorlose
11g
9g
10m
PhL

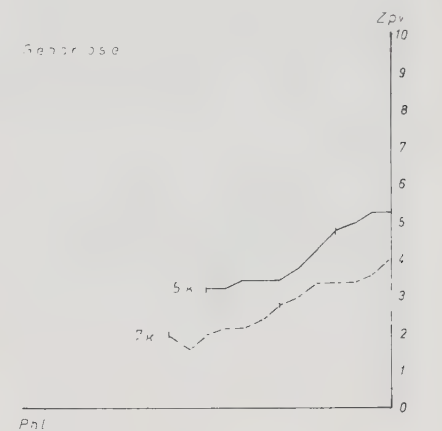
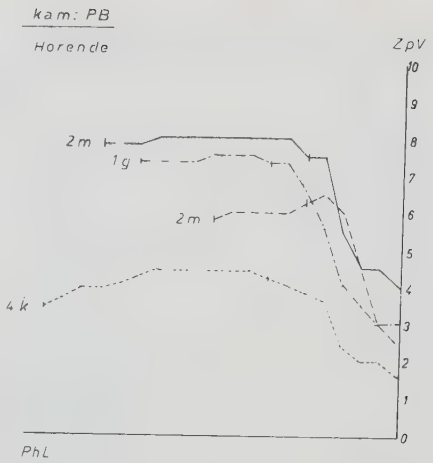
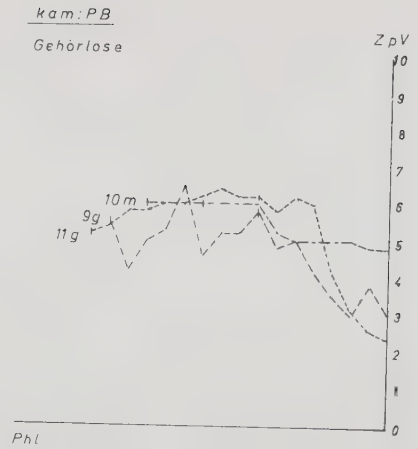
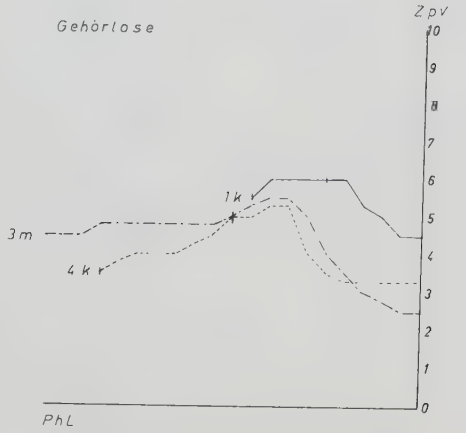

Zpv
5k
7k
PhL

Abb. 24


kam: PB
Horende
ZpV
2m
1g
2m
4k
PhL


kam: PB
Gehörlose
ZpV
10m
9g
11g
PhL


Gehörlose
ZpV
1k
3m
4k
PhL

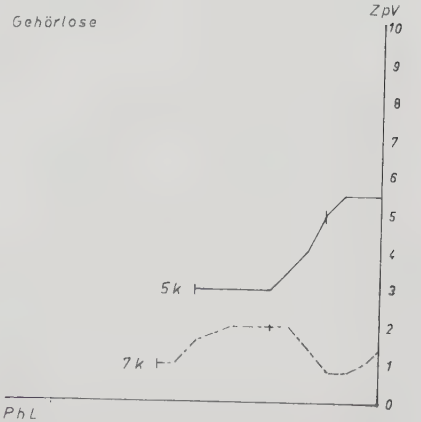
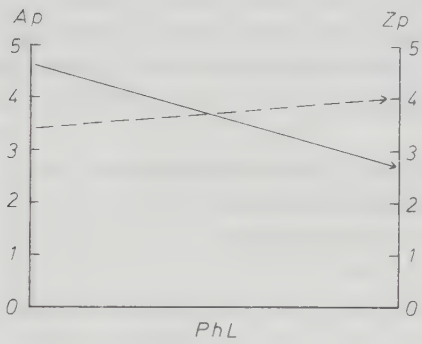

Gehörlose
ZpV
5k
7k
PhL

Abb. 25

Abb. 26: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA

Hörende ———— Gehörlose — — —



Ap = Ausgangsposition

Zp = Zielposition

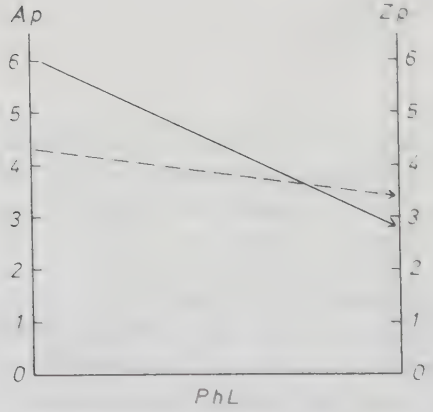
Folglich kann man verallgemeinernd feststellen, daß die gehörlosen Versuchspersonen während dieser Artikulationsphase nicht wie die Hörenden den Zungenrücken gegen die Pharynxwand, sondern im Gegenteil von ihr weg bewegen.

PB : Bei den Hörenden zeigt sich im Kurvenverlauf des Zungenpunktes PB (vgl. Abb. 25) dieselbe Tendenz wie im Zungenbereich von PA, indem ausgehend von höheren Werten niedrigere erreicht werden; unterschiedlich ist nur die Streubreite der individuellen Zielwerte. Während sie beim Punkt PA zwischen 2,5 und 3,0 lag, liegt sie hier zwischen 1,7 und 4,0. Der hintere Bereich der Zunge bewegt sich demnach insgesamt auf die Pharynxwand zu und bildet in der Lage beider Punkte im Durchschnitt (P_A: M = 2,7; PB: M = 2,8) eine etwa gleich große Enge. Die Bewegungsaktivität ist im Zungenbereich von PB (M = 6 ⟶ M = 2,8) erheblich größer als im Bereich von PA (M = 4,6 ⟶ M = 2,7).

Im Vergleich zu den Hörenden zeigen die gehörlosen Sprecher im wesentlichen dieselbe fallende Tendenz im Bewegungsablauf; eine entgegengesetzte Tendenz ist vor allem bei der Versuchsperson 5k und in geringerem Maße bei 7k zu beobachten. Die Bewegungsaktivität ist der Tendenz nach bei den Gehörlosen, wie folgende Darstellung (s. Abb. 27) veranschaulicht, in diesem Zungenbereich weniger ausgeprägt.

Abb. 27: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Außerdem ist dieser Darstellung zu entnehmen, daß die Gehörlosen bezüglich der Ausgangs- und Zielwerte relativ stark von den Hörenden abweichen. Artikulatorisch gesehen bedeutet dieses: Bei hörenden Sprechern bewegt sich der hintere Bereich der Zunge für die Realisierung der Verschlußbildung des Lautes "k" sehr stark nach vorn, wodurch der Pharynxraum erweitert wird, und be-

wegt sich aus dieser extremen Stellung, um die nächste Zielposition zu erreichen, zurück - über die Neutrallage hinaus - und bildet an der Pharynxwand eine Enge. Die Gehörlosen dagegen realisieren weder im ausreichenden Maße die extreme Vorderlage für den Laut "k", noch bilden sie angemessen die Engelage der folgenden Zielposition. In entsprechender Weise zeigt sich die verminderte Bewegungsaktivität in dieser Artikulationsphase.
Weiterhin fällt beim Vergleich der Kurvenverläufe auf, daß die Gehorlosen (3m, 4k, 7k, 9g) unokonomische Bewegungen ausführen, die im wesentlichen durch zwei Merkmale gekennzeichnet werden können:

1. Das erste Merkmal beinhaltet eine Bewegungsform, derzufolge die Zunge in Bezug auf die Ausgangslage und die zu erreichende Zielposition einen Umweg über eine zu weit nach vorn gerichtete Bewegung (Kurvenverlauf: Steigung und Kehrtwendung) nimmt; dieser Typ wird weiterhin "Steigungs-Umweg" genannt.

2. Das zweite Merkmal beinhaltet dagegen eine Bewegungsform, derzufolge die Zunge in Bezug auf die Ausgangslage und die zu erreichende Zielposition einen Umweg über eine zu weit nach hinten gerichtete - gegen die Pharynxwand - Bewegung nimmt (Kurvenverlauf: Gefälle und Kehrtwendung); dieser Typ wird folglich "Senkungs-Umweg" genannt.

Besonders deutlich werden diese Merkmale an dem "Zick-Zack"-Verlauf der Kurve 9g. (vgl. Abb. 25, S.132)

Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bei der Realisierung der Artikulationsphase von "k" nach "a" tritt hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZB, PA, PB) und der Stellung des Unterkiefers (K) sowohl bei den hörenden als auch bei den gehörlosen Sprechern nur eine geringe Streuung auf. Wegen dieser hohen Übereinstimmung kann man für die Artikulation der Gehörlosen folgern, daß die generell festgestellten Abweichungen auf ein typisches Artikulationsverhalten hinweisen.

Bewegungsverlauf: Den Mittelwerten entsprechend ist zwar die Ausgangsposition für den vorderen Zungenbereich (ZA, ZC) und den Unterkiefer (K) bei den Hörenden und Gehörlosen etwa gleich, für den hinteren Zungenbereich (PA, PB) jedoch sehr unterschiedlich, da die Zunge der Hörenden im Pharynxbereich weiter nach vorn verlagert ist (vgl. folgende Abb. 28). Aus dieser Artikulationsstellung bewegt sich die Zunge bei den Hörenden insgesamt nach hinten gegen die Pharynxwand, wobei sich die Zungenpunkte ZA und ZC zugleich nach unten (von der Palatal-Linie aus gesehen) und nach hinten bewegen. In dieser Artikulationsphase führt die Zunge bei den Gehörlosen einen abweichenden Bewegungsverlauf durch, indem sie sich, wie an den Zungenpunkten ZC und PA zu beobachten ist, nicht gegen die Pharynxwand sondern sogar von ihr weg bewegt; entsprechend unterscheiden sich die Zielpositionswerte. Neben dieser abweichenden Bewegungstendenz ist bei den Gehörlosen an allen Zungenpunkten eine geringere Bewegungsaktivität festzustellen, wohingegen die Kieferbewegung bei ihnen erheblich größer ist als bei den Hörenden. Ein weiterer Unterschied zeigt

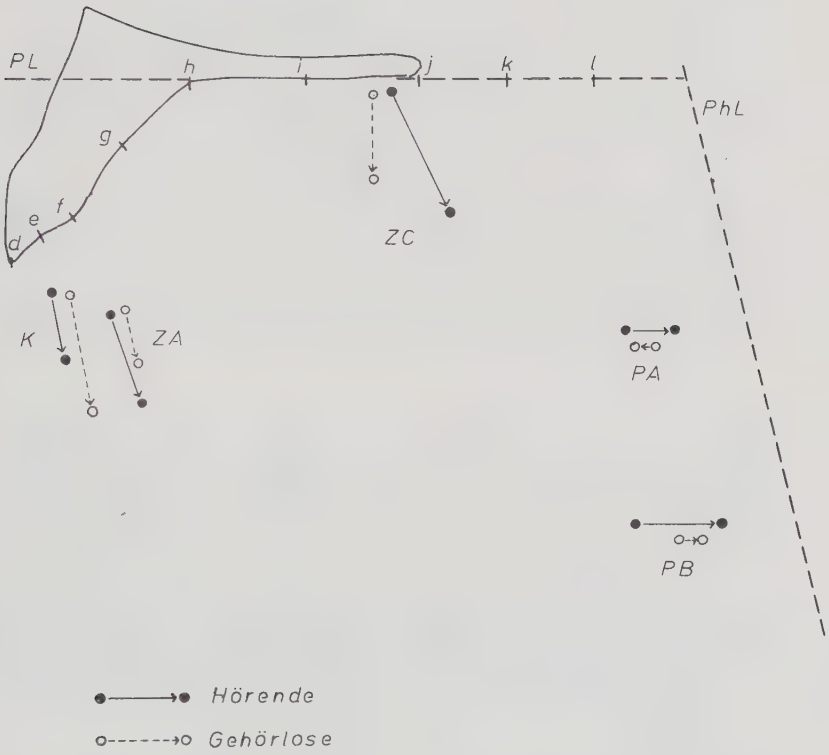


Abb. 28

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase von "k" nach "a"

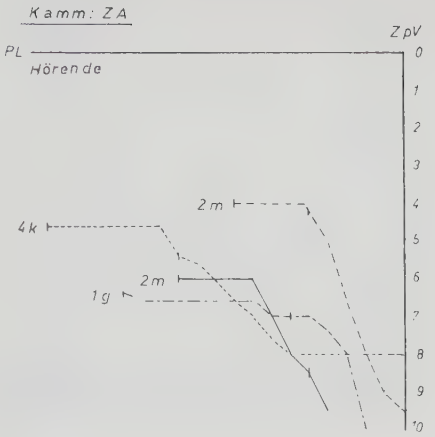
sich in der Relation der Zungenspitzen- und Kieferbewegung; während bei den Hörenden der Bewegungsausschlag der Zungenspitze ZA bedeutend größer ist als der des Kiefers, liegt bei den Gehörlosen das umgekehrte Verhältnis vor. Artikulatorisch gesehen kann man folgern, daß Gehörlose eher durch eine entsprechende Kiefer- als durch eine differenzierte Zungenbewegung das geforderte akustische Resultat zu erlangen suchen.

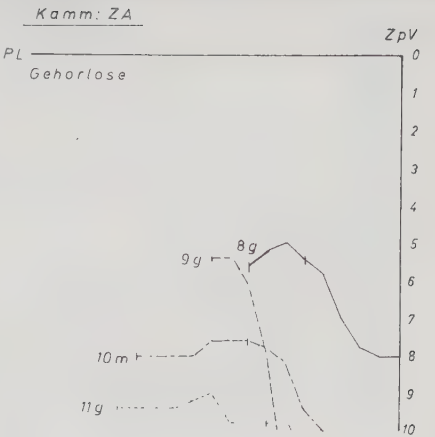
Bewegungsökonomie: Bei den Gehörlosen führt die Zungenspitze (ZA) in drei Fällen (38 %) und der hintere Zungenrücken (PA) in vier Fällen (50 %) im Hinblick auf die anzustrebende Zielposition unökonomische Bewegungen durch.

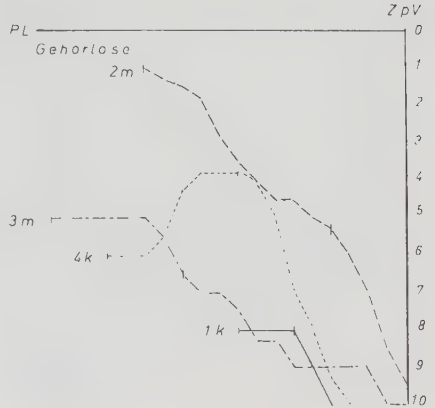
4.2. Testwort "Kamm"

Das Wort "Kamm" besteht aus denselben Artikulationsphasen wie bei dem vorhergehenden "kam"; beide unterscheiden sich nur hinsichtlich der "kurz-lang" Opposition ihrer Vokale. Größere artikulatorische Abweichungen sind bei den Gehörlosen wiederum im Pharynxbereich feststellbar; aber auch die Zungenspitze weist in ihrem Bewegungsablauf abweichende Merkmale auf. Die zeitliche Abfolge von Bewegungseinsätzen ist bei Hörenden und Gehörlosen etwa gleich.

ZA : Die Kurvenverläufe der Hörenden (vgl. Abb. 29) zeigen übereinstimmend eine stark fallende Tendenz; während der Verschlußbildung (vgl. Segmentgrenzen) verlaufen die Kurven überwiegend linear, kurz vor und dann vor allem nach der Verschlußlösung fällt die Kurve abrupt ab, d.h. die Zunge geht von der Ruhelage in eine stark fallende Bewegung über, indem sie sich - von der Palatal-Linie aus gesehen - nach unten bewegt.


Kamm: ZA
ZpV
PL
Hörende
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
2m
4k
2m
1g


Kamm: ZA
ZpV
PL
Gehorlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
8g
9g
10m
11g


ZpV
PL
Gehorlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
2m
3m
4k
1k

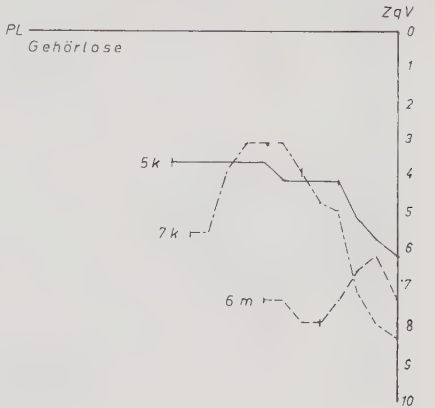
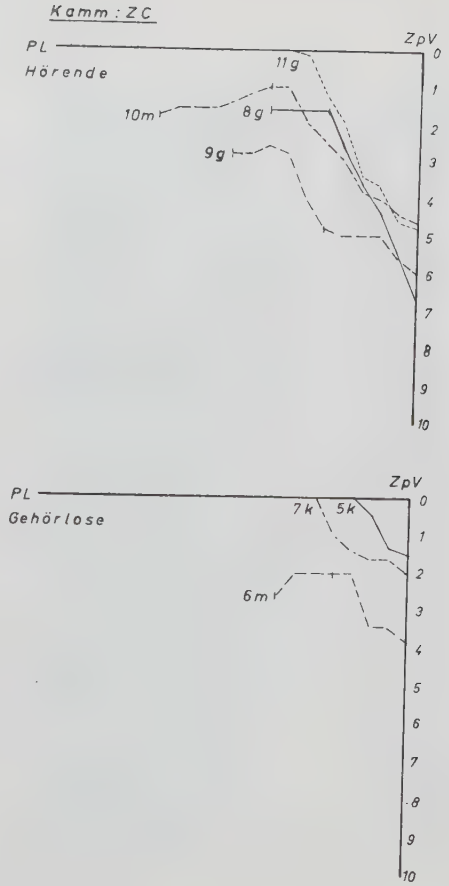

ZqV
PL
Gehörlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
5k
7k
6m

Abb. 29


Kamm: ZC
PL
Hörende
ZpV
11g
10m
8g
9g
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
PL
Gehörlose
ZpV
7k
5k
6m
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

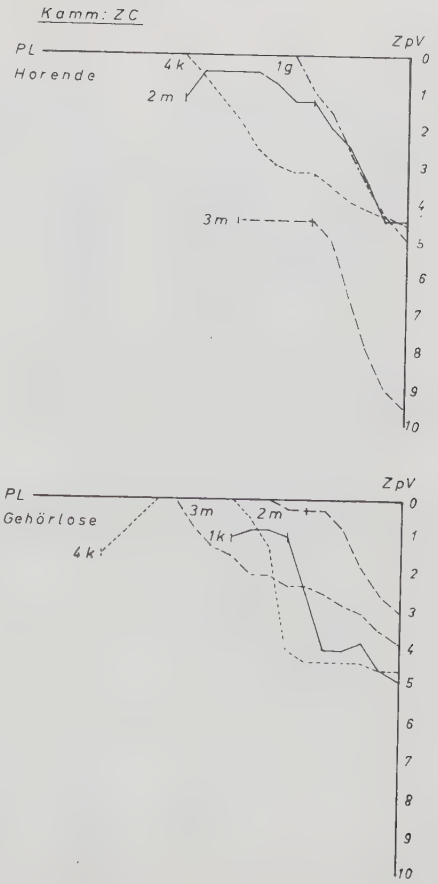
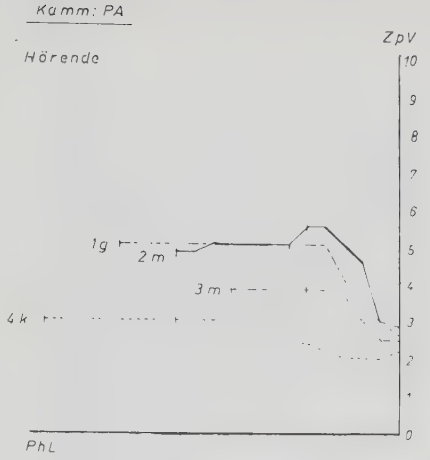
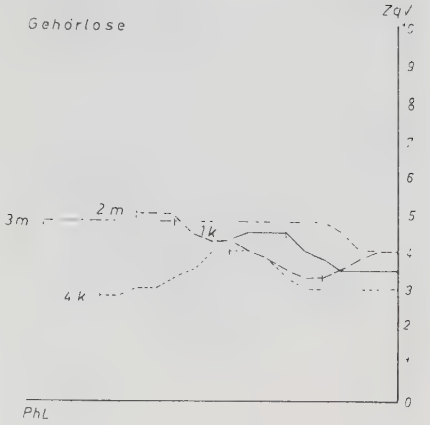
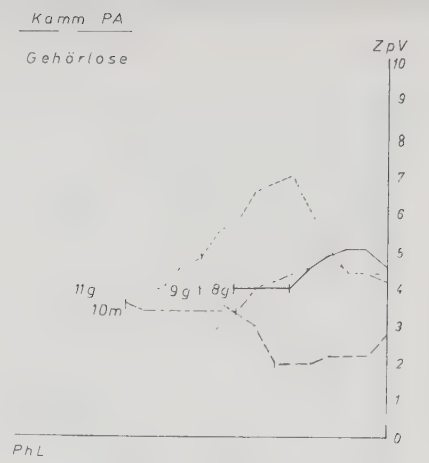

Kamm: ZC
PL
Horende
ZpV
4k
1g
2m
3m
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
PL
Gehörlose
ZpV
3m
2m
1k
4k
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 30


Kamm: PA
Hörende
ZpV
1g
2m
3m
4k
PhL


Gehörlose
ZqV
3m
2m
1k
4k
PhL


Kamm PA
Gehörlose
ZpV
11g
9g
8g
10m
PhL

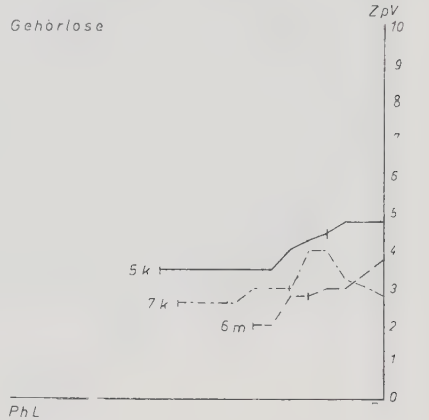
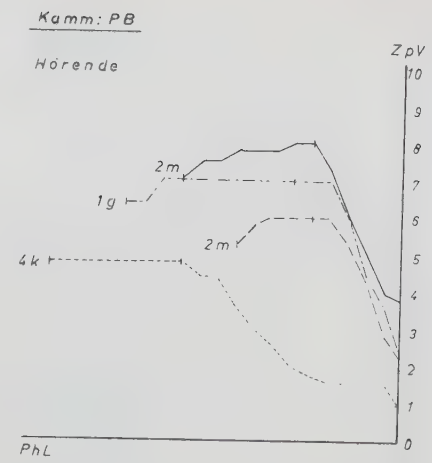

Gehörlose
ZpV
5k
7k
6m
PhL

Abb. 31


Kamm: PB
Hörende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2m
1g
2m
4k
PhL

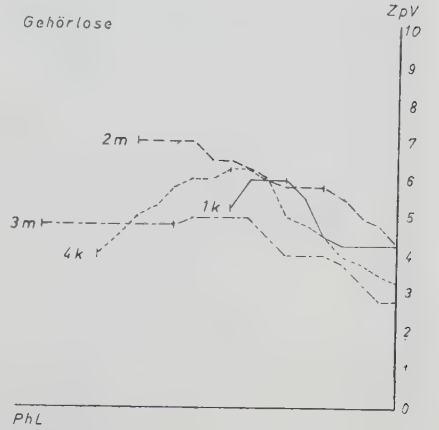
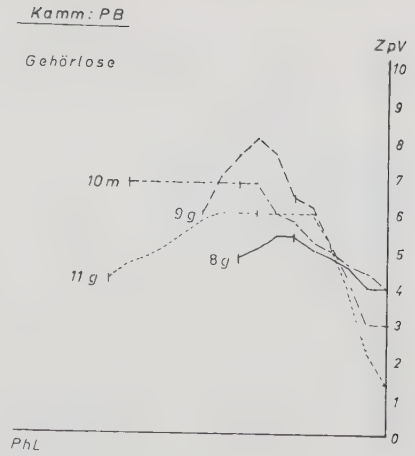
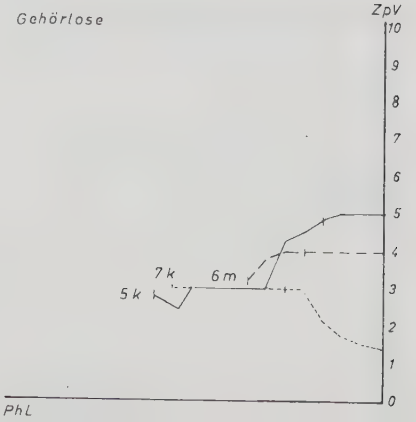

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2m
3m
4k
1k
PhL

Abb. 32


Kamm: PB
Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
10m
9g
11g
8g
PhL

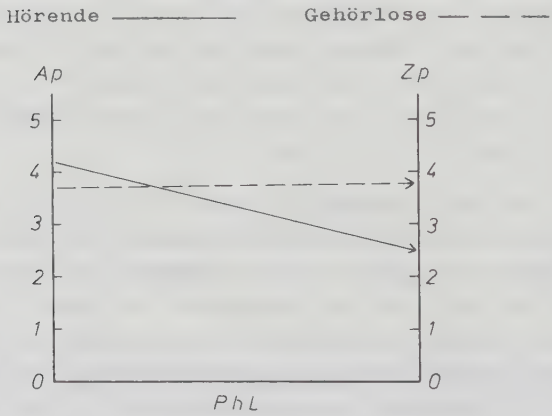

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7k
6m
5k
PhL

Bei den Gehörlosen ist in der Mehrzahl dieselbe Bewegungstendenz zu beobachten, bei der Versuchsperson 6m zeigt sich allerdings die entgegengesetzte Tendenz. In fünf Fällen (4k, 6m, 8g, 10m) wird eine Unstetigkeit im Kurvenverlauf sichtbar; folglich bewegt sich die Zungenspitze nicht direkt in Richtung der folgenden Zielposition nach unten, sondern macht den Umweg über eine Steigung. Es handelt sich hierbei um eine unökonomische Bewegungsausführung. Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte unterscheiden sich die Mittelwerte beider Gruppen nur geringfügig; allerdings ist die Streuung bei den Gehörlosen größer. Bei den Hörenden beträgt die Streuung hinsichtlich der Ausgangswerte σ = 0,84, bei den Gehörlosen dagegen σ = 2,56; bezüglich der Zielpositionswerte bei den Hörenden σ = 1,9, bei den Gehörlosen σ = 2,5.

PA : An den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 31) bei den Hörenden wird in ihrer Bewegungsrichtung übereinstimmend eine fallende Tendenz sichtbar. Während der Verschlußbildung für den Laut "k" verlaufen die Kurven linear; nach der Verschlußlösung setzt eine starke Bewegung mit fallender Tendenz ein. Der hintere Bereich der Zunge bewegt sich demnach aus der Verharrung in einer Artikulationsstellung zur folgenden Zielposition hin, indem sich die Zunge der Pharynxwand annähert. Die beiden Wörter "kam" und "Kamm" enthalten dieselben Artikulationsphasen; deshalb zeigen auch die Kurven beider Realisierungen fast identische Verläufe. Auch die Ausgangs- und Zielpositionen haben nach Berechnung der Mittelwerte annähernd dieselbe Lage: bezüglich der Ausgangsposition bei dem Wort "kam" M = 4,6, bei "Kamm" M = 4,2 und hinsichtlich der Zielposition im ersten Fall M = 2,7 und im zweiten M = 2,5.

Bei den Gehorlosen zeigen die Kurvenverläufe nur in 4 Fällen (1k, 2m, 3m, 9g) eine geringfügig fallende Tendenz. Demgegenüber ist bei allen anderen Versuchspersonen (4k, 5k, 6m, 7k, 8g, 10m, 11g), das sind 64 %, die entgegengesetzte Tendenz zu beobachten. Die zwischen Hörenden und Gehörlosen unterschiedlichen Bewegungsverläufe veranschaulicht folgende Darstellung: (s. Abb. 33)

Abb. 33: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA



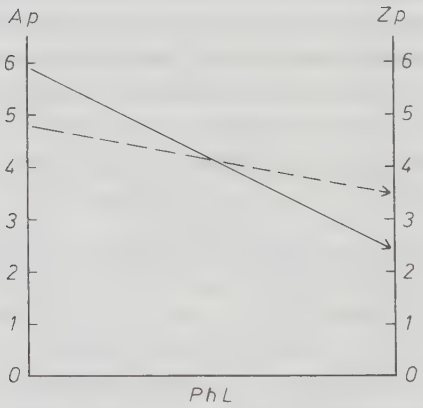
Aus diesem Vergleich kann man folgern, daß die gehörlosen Sprecher im Gegensatz zu den Hörenden, bei denen sich der Zungenbereich von PA in gezielter Bewegungsausführung auf die Pharynxwand hinzubewegt, die Zunge von der Pharynxwand weg nach vorn bewegt.
Weiterhin treten in 7 Fällen (64 %) (2m, 4k, 7k, 8g, 9g, 10m, 11g) unökonomische Bewegungsphasen mit dem Steigungs- und Senkungsumweg auf. Das erste Merkmal realisieren 5 Gehörlose, das zweite 2.

Bei einem Vergleich der individuellen Kurven bezüglich der artikulatorisch verwandten Wörter "kam" und "Kamm" zeigen wie die horenden auch die gehörlosen Sprecher relativ ähnliche Verläufe. Daraus kann man möglicherweise schließen, daß es sich bei diesen Realisierungen nicht um zufällige Ereignisse handelt, sondern um Reproduktionen gelernter artikulatorischer Muster. Folglich beinhaltet das artikulatorische Verhalten der Gehörlosen, wie bisher festgestellt, typisch abweichende Verhaltensweisen.

PB : Bei zunächst geringfügig ansteigendem Verlauf (während der Verschlußbildung für den Laut k) zeigt sich bei den Hörenden (vgl. Abb. 32) nach der Verschlußlosung eine abrupte Kehrtwendung, woraufhin die Kurve mit fallender Tendenz die folgende Zielposition anstrebt. Beim Vergleich mit dem vorhergehendem Wort "kam" ist wiederum festzustellen, daß die individuellen Kurven in ihrem Verlauf sehr ähnlich sind. Hinsichtlich der Ausgangswerte besteht nach der Mittelwertberechnung eine recht gute Übereinstimmung (beim Wort "kam": M = 6,0; bei "Kamm": M = 5,9). Weniger gut ist sie bezüglich der Zielpositionswerte (beim Wort "Kam": M = 2,8; bei "Kamm": M = 2,4); hier sind die Werte niedriger, d.h. die Zunge bewegt sich im Zungenbereich von PB beim Wort "Kamm" näher an die Pharynxwand.

Die Kurvenverläufe der Gehörlosen zeigen ebenso wie die der Horenden eine fallende Tendenz; in zwei Fällen treten entgegengesetzte Tendenzen auf. Großere Abweichungen treten hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte auf, wie folgende Darstellung (vgl. Abb. 34) zeigt:

Abb. 34: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB



Horende ———— Gehorlose — — —

Den Ausgangswerten entsprechend befindet sich der hintere Zungenbereich PB der hörenden Sprecher weiter vorn; d.h. der Pharynxraum ist weiter als bei den Gehorlosen. Aus dieser nach vorn verlagerten Artikulationsstellung bewegt sich die Zunge nach der Verschlußlösung nach hinten gegen die Pharynxwand, doch bei den Hörenden der Tendenz nach viel weiter nach hinten als bei den Gehörlosen. Demnach zeigen die Hörenden in dieser Artikulationsphase eine entschieden größere Bewegungsaktivität. Bei den Gehörlosen liegen in drei Fällen "Steigungs-Umwege" starker Ausprägung vor.
Bei einem Vergleich der individuellen Kurven bezüglich der artikulatorisch verwandten Wörter "kam" und "Kamm" ist eine hohe Übereinstimmung bei den Ausgangs- und Ziel-

positionswerten und selbst auch bei den Abweichungen von Verlaufsformen festzustellen; somit wird auch in diesem Fall die Beobachtung bestätigt, daß Gehörlose bestimmte Artikulationsmuster reproduzieren.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) und des Unterkiefers (K) ist zwar generell die Streuung bei den Gehörlosen großer als bei den Hörenden, jedoch für die Zungenpunkte (ZC, PA und PB) nur unerheblich, wesentlich allerdings für die Zungenspitze (ZA) und den Unterkiefer (K) (vgl. Anhang S.). So darf angesichts der geringen Streuung zumindestens hinsichtlich der Zungenartikulation angenommen werden, daß Gehörlose ähnlich wie bei dem vorhergehendem Wort "kam" aufgrund der festgestellten Abweichungen in der Artikulationsphase von "K" nach "a" ein typisches Artikulationsverhalten zeigen.

Bewegungsverlauf: Die gehörlosen Sprecher nehmen zu Beginn der Artikulationsphase - den Mittelwerten entsprechend - eine von den Hörenden geringfügig verschiedene Artikulationsstellung ein (vgl. folgende Abb. 35); die Zungenspitze hat etwa dieselbe Lage wie die der Hörenden, der dorsale Zungenbereich liegt weiter vorn, während der hintere Zungenbereich (PA, PB) mehr nach hinten - gegen die Pharynxwand - verschoben ist. Die Kieferöffnung ist bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden. Ausgehend von der Artikulationsstellung der Ausgangsposition führen die Hörenden eine differenzierte Bewegung durch, derzufolge sich die Zunge insgesamt sehr stark nach hinten, die vordere Zunge (ZA, ZC) aber zugleich nach unten bewegt. Bei den Gehörlosen ist dagegen

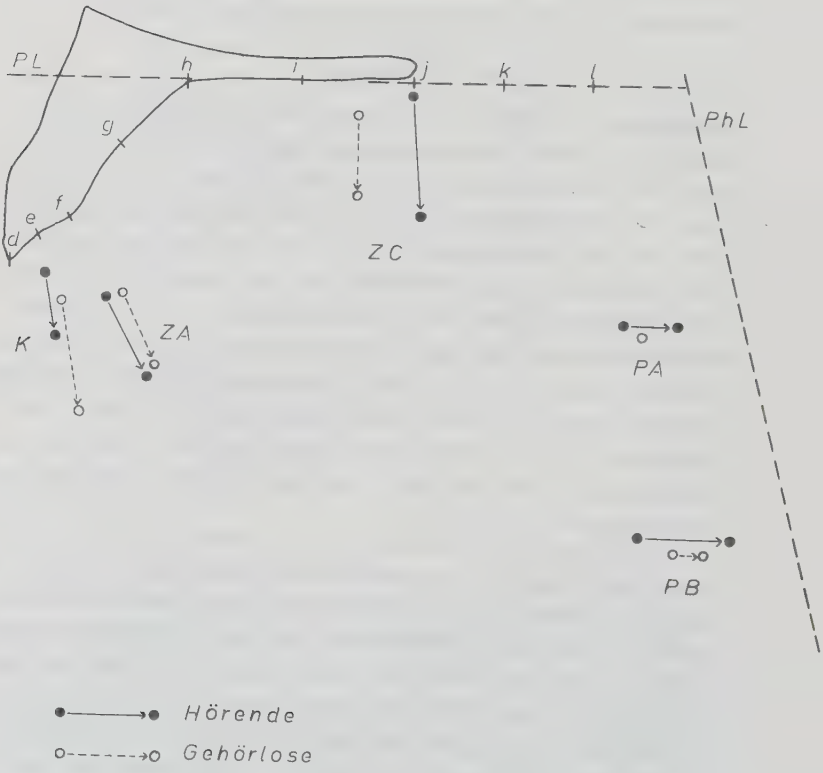


Abb. 35

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase von "K" nach "a"

die Bewegung in Richtung auf die Pharynxwand nur geringfügig bei ZA und PB ausgeprägt. Wie schon beim artikulatorisch verwandten Wort "kam" festgestellt wurde, zeigen sich auch hier bei den Gehörlosen am Zungenpunkt PA entgegengesetzte Bewegungstendenzen. An allen Zungenpunkten ist die Bewegungsaktivität bei den Gehörlosen geringer, was vor allem im Pharynxbereich der Zungenpunkte PA und PB deutlich wird, dagegen ist die Kieferbewegung bei ihnen im Vergleich mit den Hörenden bedeutend großer. Bezüglich der Relation Kiefer- und Zungenspitzenbewegung zeigt sich wiederum, daß bei den Gehörlosen die Bewegung des Unterkiefers bedeutend größer ist als die der Zungenspitze, während bei den Hörenden das umgekehrte Verhältnis vorliegt, insofern die Zungenspitze eine größere Bewegung aufweist als der Unterkiefer. Mithin kann man folgern, daß Gehörlose in dieser Artikulationsphase die Aktivierung der Zungenspitze zugunsten einer größeren Kieferbewegung vernachlässigen.

Bewegungsökonomie: Die Kurvenverläufe der Zungenpunkte ZA, PA und PB weisen bei den Gehörlosen auf unökonomische Bewegungsphasen hin; am Zungenpunkt ZA treten zu 46 % "Steigungs-Umwege", bei PA zu 64 % "Steigungs- und Senkungs-Umwege" und bei PB zu 27 % "Steigungs-Umwege" auf. Wie folgender Aufstellung (vgl. Abb. 36) zu entnehmen ist, handelt es sich hierbei in der Mehrzahl um Störungen im Bewegungsablauf der gesamten Zunge bestimmter Versuchspersonen. [1)]

1) Die Abkürzung "St" steht für "Steigungs-" und die Abkürzung "S" für "Senkungs-Umweg").

Abb. 36: Vergleich unökonomischer Bewegungen von gehörlosen Sprechern bei den Wörtern "Kamm" und "kam"

Kamm			kam		
ZA	PA	PB	ZA	PA	PB
4 ST	4 ST	4 ST	4 ST	4 ST	4 ST
7 ST	7 ST	-	7 ST	-	7 ST
8 ST	8 ST	8 ST	- [1]	-	-
11 ST	11 ST	11 ST	11 ST	11 ST	11 ST
	9 S	9 ST		9 ST	9 ST

Außerdem zeigt sich anhand der Gegenüberstellung der artikulatorisch verwandten Wörter "Kamm" und "kam", daß in beiden Fällen dieselben Versuchspersonen jene genannten Störungen bei der Zungenartikulation aufweisen. Entsprechend kann man vorerst folgern, daß die Gehörlosen in diesem Fall gleiches oder ähnliches abweichendes Artikulationsverhalten reproduzieren.

Vergleich der Artikulation von "kam" und "Kamm": Die hörenden Sprecher realisieren die Artikulationsphase von "k" nach "a" der beiden Wörter in etwa gleich; aber auch die Gehörlosen artikulieren die Lautfolge bei Berücksichtigung der Artikulationsstellung der Ausgangs- und Zielposition, der Bewegungsaktivität und der Bewegungsökonomie fast identisch, indem jene festgestellten Abweichungen reproduziert werden. Zunächst kann wegen dieses einzelnen Beispiels nur als Vermutung gefolgert werden, daß die Gruppe der Gehörlosen und einzelne Individuen unter ihnen diese Lautfolge nach gelernten

---

1) Die Versuchsperson 8 hat das Wort "kam" nicht gesprochen.

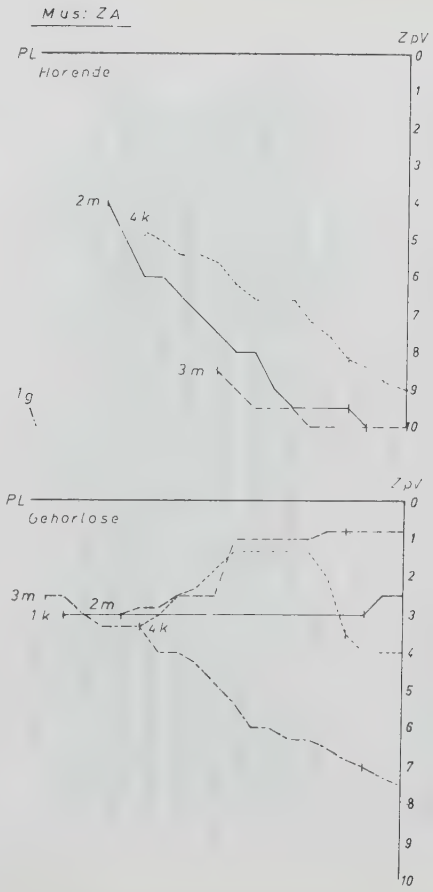
und folglich gespeicherten Artikulationsmustern, welche die genannten Abweichungen enthalten, realisieren.

4.3. Testwort "Mus"

Bei dem Wort "Mus" wird die Artikulationsphase "m" nach "u" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "Lippenverschluß", während das zweite die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. An den Kurvenverläufen bei den Hörenden (vgl. Abb. 37, 38, 39, 40) wird sehr deutlich, daß die weitere Aufteilung dieser Artikulationsphase in zwei Segmente eine künstliche Trennung ist, die nur als Orientierungshilfe für eine gezielte Beobachtung eingeführt wurde, denn es zeigt sich an diesem Beispiel, daß zwar dem Lippenverschluß zu Beginn der Artikulationsphase zur Realisierung des Nasals eine primäre Funktion zukommt, daß aber andrerseits die Zunge während dieser Verschlußphase schon komplexe und starke Bewegungen durchführt, um die Zielposition des nachfolgenden Vokals zu erreichen. Die Lautverbindung besteht demnach wesentlich aus dieser "koartikulatorischen Verflechtung". [1)]

---

1) In dieser Untersuchung wird die Bezeichnung Koartikulation in einem Sinne verwendet, der die beiden differenzierten Begriffe "Steuerung" und "Koartikulation" bei P.Menzerath und A.de Lacerda (1933) einschließt. Die Verfasser unterscheiden außerdem zwischen einer "heterorganen" und "homorganen" Koartikulation; mit "heterorgan" wird die Koartikulation verschiedener Artikulatoren (z.B. Lippen, Zunge) gekennzeichnet, während "homorgan" sich auf koartkulatorische Bewegungen eines einzigen Artikulators (z.B. Zunge) bezieht.


Mus: ZA
PL
Horende
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
2m
4k
3m
1g
PL
Gehorlose
ZpV
3m
2m
1k
4k

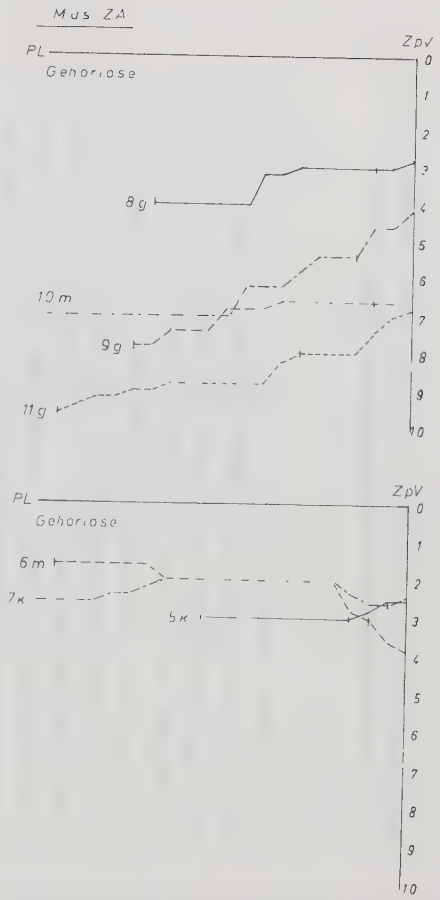
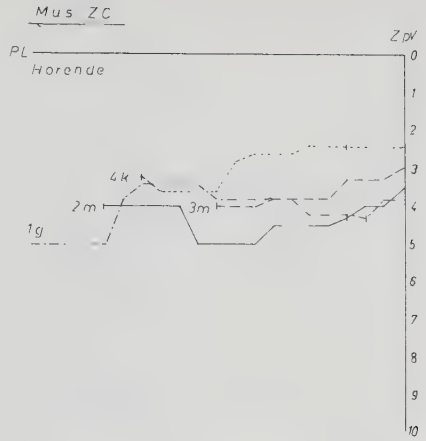
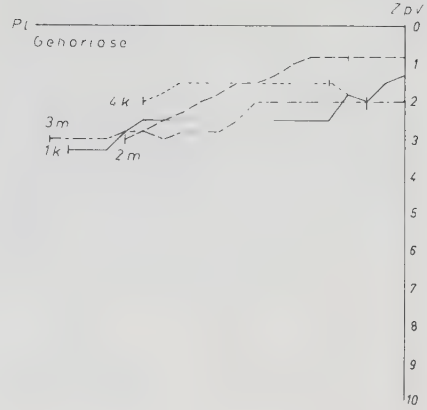
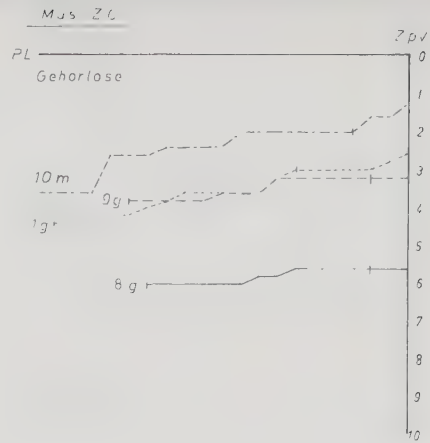

Mus ZA
PL
Gehorlose
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
8g
10m
9g
11g
PL
Gehorlose
ZpV
6m
7k
5k

Abb. 37


Mus ZC
PL
Horonde
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
4k
2m
3m
1g


Pl
Genoriose
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
4k
3m
1k
2m


Mus ZC
PL
Genoriose
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
10m
9g
1g
8g

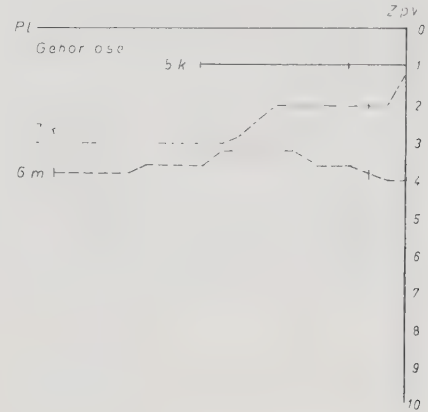
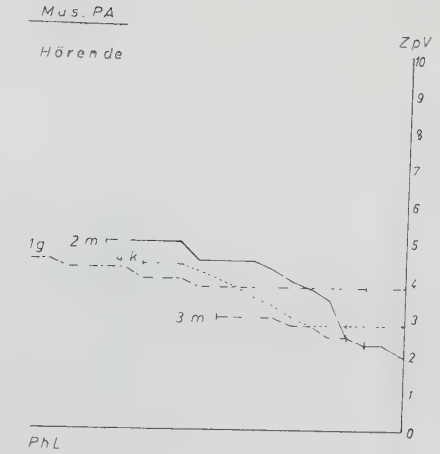

Pl
Genor ose
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
5k
6m

Abb. 38


Mus. PA
Hörende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1g
2m
4k
3m
PhL

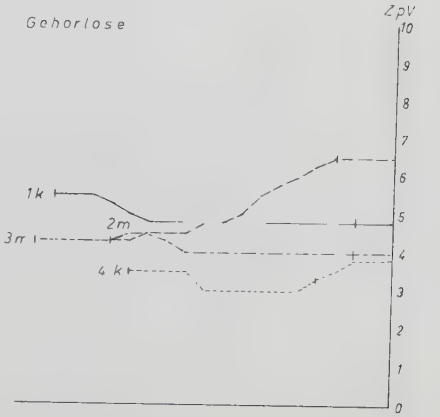
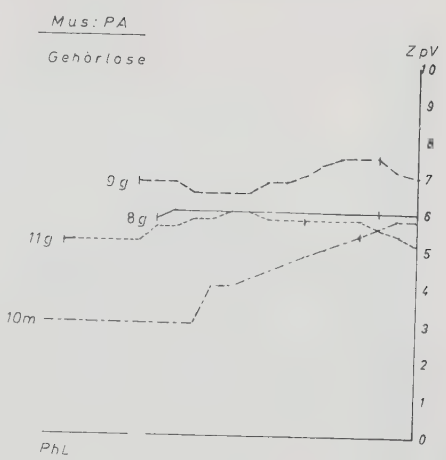
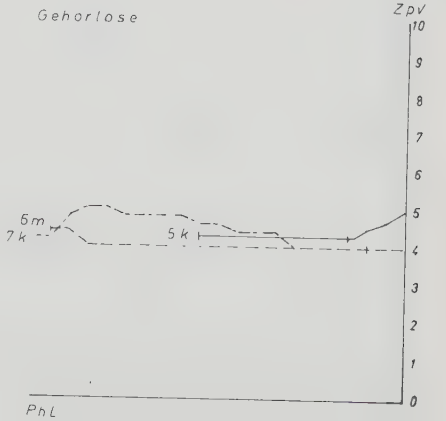
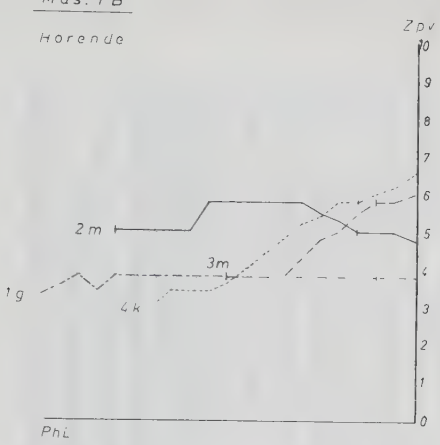
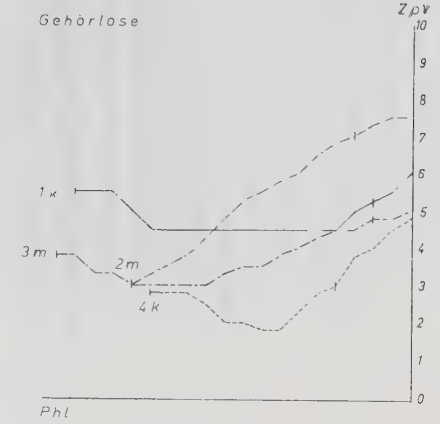

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
3m
2m
4k

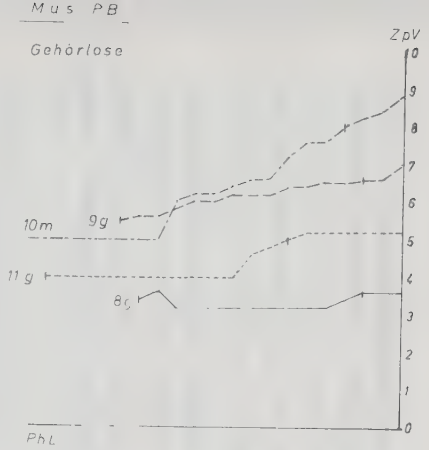
Abb. 39


Mus: PA
Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
9g
8g
11g
10m
PhL


Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6m
7k
5k
PhL


Mus. PB
Hörende
ZpV
2m
3m
1g
4k
Phl


Gehörlose
ZpV
1k
3m
2m
4k
Phl


Mus PB
Gehörlose
ZpV
10m
9g
11g
8g
Phl

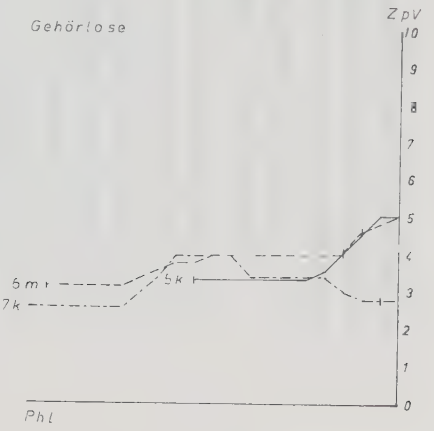

Gehörlose
ZpV
6m
7k
5k
Phl

Abb. 40

Im Bewegungsablauf der betrachteten Zungenpunkte wird bei den Hörenden eine Zeitstruktur sichtbar, die nach folgendem Schema gegliedert ist:

1.) Einsatz der Bewegung von ZA (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment, weniger im 2. Segment),

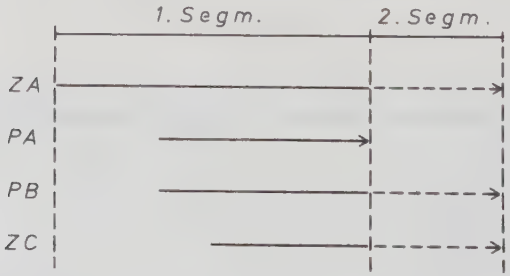
2.) dann Einsatz der Bewegung von PA (Ausführung nur im 1. Segment - nach dem ersten Drittel),

3.) damit gleichzeitig Einsatz der Bewegung von PB (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment, weniger im 2. Segment),

4.) darauf Einsatz der Bewegung von ZC (Ausführung hauptsächlich in der zweiten Hälfte des 1. Segmentes, weniger im 2. Segment).

Diese zeitliche Mikrostruktur [1] wird durch folgende graphische Darstellung veranschaulicht:

Abb.: 41: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte



1) Die zeitliche Gliederung aufeinanderfolgender Segmente wird "Makrostruktur" genannt, wohingegen der zeitliche Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte einer bestimmten Artikulationsphase als "Mikrostruktur" gekennzeichnet wird.

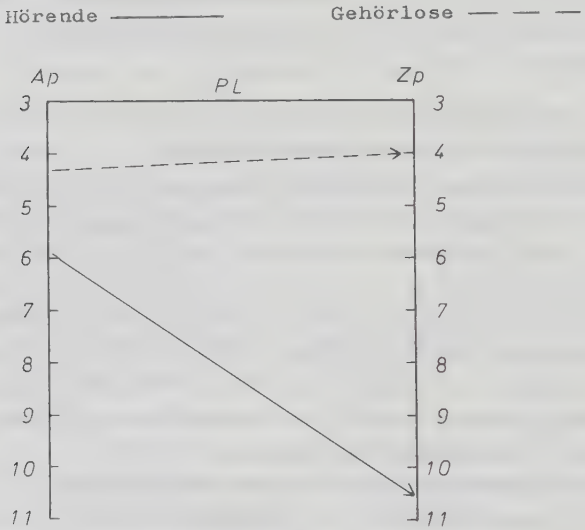
2) (durchgezogene, horizontale Linie bedeutet: relativ starke Bewegung;
gestrichelte, horizontale Linie bedeutet: relativ schwache Bewegung)

Die zeitliche Mikrostruktur wird nicht von allen gehörlosen Sprechern in entsprechender Weise realisiert. Die größten Abweichungen bezüglich der Kurvenverläufe treten bei den Gehörlosen an den Zungenpunkten ZA, ZC, und PA auf.

ZA : Mit Beginn des Lippenverschlusses setzt bei den Hörenden, wie an den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 37) zu beobachten ist, eine starke Bewegung der Zungenspitze ein; vom durchschnittlichen Wert (M = 5,9) am Ausgangspunkt wird ein hoher mittlerer Wert (M = 10,6) an der Zielposition erreicht. In Richtung auf diese Zielposition hin haben alle Kurven stark fallende Tendenz; die Zungenspitze führt dabei eine komplexe Bewegung aus, indem sie sich gleichzeitig - von der Palatal-Linie aus gesehen - nach unten bewegt und nach hinten gegen die Pharynxwand zurückzieht.
Bei den Gehörlosen wird dieser Bewegungsverlauf nur von einer Versuchsperson (3m) annähernd richtig realisiert; zu 64 % führen sie eine Bewegung mit entgegengesetzter Tendenz durch, d.h. die Zungenspitze bewegt sich nicht nach unten und zurück - wie bei den Hörenden -, sondern nach vorn und nach oben gegen den Vordergaumen. In vier Fällen (1k, 5k, 6m, 7k) zeigen die Gehörlosen nur eine minimale Bewegung, welche außerdem noch größtenteils nach der Verschlußlösung durchgeführt wird; hier wird also keine koartikulatorische Verflechtung vorgenommen.
Beide Gruppen unterscheiden sich nach der Mittelwertberechnung deutlich hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte (vgl. folgende Abb. 42).

Während die Hörenden bezüglich dieser Werte nur eine geringe Streuung aufweisen, nämlich bei Ap δ = 2,9 und bei Zp δ = 1,58, ist sie bei den Gehörlosen extrem groß, nämlich bei Ap δ = 6,11 und bei Zp δ = 4,15. Ein gehörlo-

Abb. 42: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZA



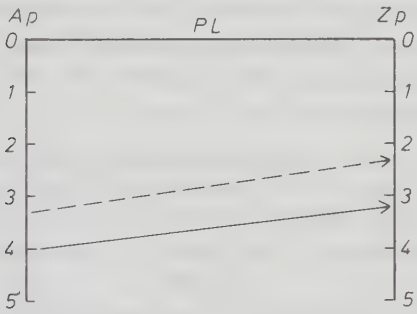
ser Sprecher (4k) zeigt im Kurvenverlauf die Abweichung "Steigungs-Umweg" starker Ausprägung.

ZC : Die Kurven der Hörenden (vgl. Abb. 38) verlaufen im Zungenbereich von ZC mit leicht steigender Tendenz, d.h. der dorsale Bereich der Zunge bewegt sich geringfügig in postpalataler Richtung. Die Mittelwerte hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte fallen entsprechend von M = 4,0 nach M = 3,2; die Streuung der individuellen Werte ist sehr gering, für Ap δ = 0,15 und für Zp δ = 0,28.
Die Gehörlosen zeigen in der Bewegungsrichtung dieselbe Tendenz wie die Hörenden, doch ist bei ihnen die Steigung entsprechend der Mittelwerte etwas stärker ausge-

prägt. Von größerer Bedeutung hinsichtlich der Feststellung von Abweichungen ist allerdings die unterschiedliche Lage der Mittelwerte für Ap und Zp (vgl. folgende Abb. 43).

Abb. 43: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC

Hörende ———— Gehörlose — — —



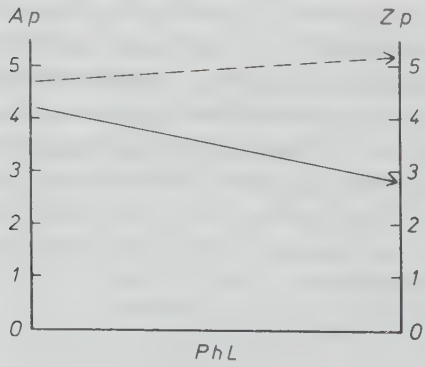
während die Hörenden hinsichtlich der Zielposition den Mittelwert 3,2 erreichen, führt die Bewegung bei den Gehörlosen bis zum Wert 2,3. Folglich bewegt sich der dorsale Zungenbereich der gehörlosen Sprecher zu stark in die medio-palatale Richtung. Diese Feststellung wird erhärtet, wenn die Streubreite, welche bei den Hörenden σ = 0,28 und bei den Gehörlosen dagegen σ = 2,02 beträgt, berücksichtigt wird; während bei den Hörenden der niedrigste individuelle Wert 2,4 ist, liegt er bei den Gehörlosen in wenigen Fällen um 2,0 in der Mehrzahl aber sogar unter 1,3.

PA : Die Kurven der Hörenden (vgl. Abb. 39) nehmen bezüglich des Zungenpunktes PA einen Verlauf fallender Tendenz mittelstarker Ausprägung. Da der größte Teil der Bewegung zur Erreichung der Zielposition sich während der Lippenverschlußphase vollzieht, wirkt auch dieser Zungenbereich an der koartikulatorischen Verflechtung der Lautverbindung mit. Die fallende Bewegungstendenz besagt, daß die Zunge sich im Bereich von PA auf die Pharynxwand hinzubewegt und dort in velarer Richtung eine Enge bildet. Der Mittelwert für die Ausgangsposition beträgt 4,2 bei einer Standardabweichung von 0,55, derjenige für die Zielposition dagegen 2,7 bei einer Standardabweichung von 0,59.

Gegenüber diesem Erscheinungsbild zeigen die Gehörlosen überwiegend (zu 64 %) eine Bewegungsrichtung steigender Tendenz. Dementsprechend läßt sich dieser von den Hörenden abweichende Trend an den Mittelwerten ablesen (vgl. folgende Abb. 44).

Abb. 44: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA

Hörende ———— Gehörlose — — —



Der Darstellung entsprechend bewegt sich der Zungenrücken bei den Gehörlosen nicht gegen die Pharynxwand, wie es die Hörenden zeigen, sondern von ihr weg. Hinsichtlich der Zielposition liegen die Werte bei den Hörenden zwischen 2,0 und 4,0 (δ = 0,59), bei den Gehörlosen dagegen zwischen 4,0 und 7,0 (δ = 1,24). Gegenüber den Hörenden zeigen die Gehörlosen an diesem Zungenpunkt nur eine geringfügige Bewegungsaktivität. Diese Bewegung in Richtung auf die Zielposition wird zwar auch von den Gehörlosen überwiegend während der Lippenverschlußphase durchgeführt, doch findet wegen der fehlerhaften Bewegungstendenz im Vergleich zu den Hörenden keine adäquate Koartikulation statt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Die gehörlosen Sprecher zeigen im Vergleich zu den Hörenden bei der Realisierung des Wortes "Mus" hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) eine extrem große Streuung. Unter der Voraussetzung, daß die hörenden Sprecher richtig artikulieren, liegen demnach bei den Gehörlosen Abweichungen vor, denen zufolge sie die Zunge in Richtung auf die geforderte Zielposition sowohl über- als auch untersteuern.

Bewegungsverlauf: Nach der Mittelwertberechnung zeigt sich im Bewegungsablauf der Zunge bei den Gehörlosen eine deutlich abweichende Tendenz (vgl. folgende Abb. 45). Während die Zunge bei den Hörenden einen sehr differenzierten Bewegungsverlauf durchführt, indem sich die Zunge entsprechend der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA) in unterschiedlichem Ausmaß generell nach hinten, die Zungenspitze sich aber gleichzeitig nach unten und der hintere Zungenrücken in velarer Richtung nach oben be-

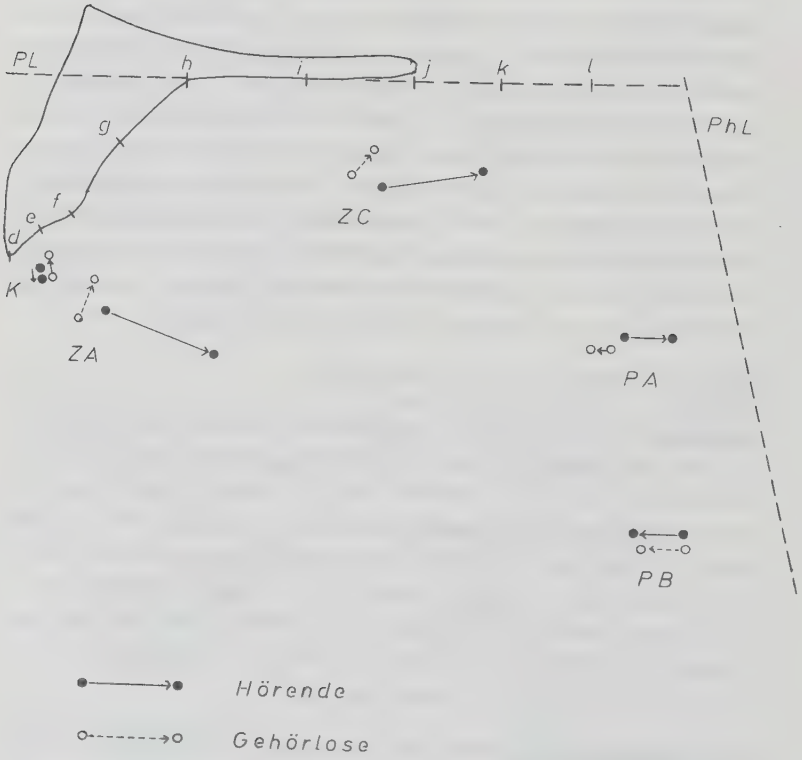


Abb. 45

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase von "M" nach "u"

wegt, wird von den Gehörlosen dagegen eine einförmige Bewegung realisiert, wobei der dorsale Zungenbereich im Gegensatz zu den Hörenden in palataler Richtung verläuft; entsprechend zeigt sich die entgegengesetzte Bewegungsrichtung bei PA.

Koartikulation: Der Segmentbindung von "M" nach "u" liegt bei den Hörenden an allen Zungenpunkten eine starke koartikulatorische Bewegung in Richtung auf die Zielposition zugrunde. Demgegenüber zeigen die Gehörlosen vor allem bei den Zungenpunkten ZA und PA wegen der überwiegend entgegengesetzten Bewegungstendenz (64 %) eine fehlerhafte und bei PA außerdem zu 36 % keine Koartikulation.

Bewegungsökonomie: Bei 55 % der gehörlosen Sprecher (nämlich bei 1k, 4k, 6m, 7k, 9g, 11g) treten an verschiedenen Zungenpunkten unökonomische Bewegungen auf. Beim Sprecher (4k) sind sie an allen Zungenpunkten zu beobachten; demnach bewegt sich der Zungenkörper insgesamt zunächst nach vorn und dann wieder zurück, wo schließlich die Zielposition des Vokals erreicht wird.

4.4. Testwort "muß"

Das Wort "muß" besteht aus denselben Artikulationsphasen wie das vorhergehende Wort "Mus"; beide unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich der "kurz-lang" Opposition ihrer Vokale, in geringerem Maße durch ihre verschiedene Lautqualität. Der Lautverbindung ("m" - "u") liegt eine koartikulatorische Verflechtung zugrunde, insofern, als die Zunge schon während der Lippenverschlußphase die wesentlichen Bewegungen in Richtung auf die erforderliche Artikulationsstellung des folgenden Vokals durchführt.

Im Bewegungsablauf der betrachteten Zungenpunkte (abgesehen von PB) wird bei den Hörenden eine Zeitstruktur sichtbar, die nach folgendem Schema gegliedert ist:

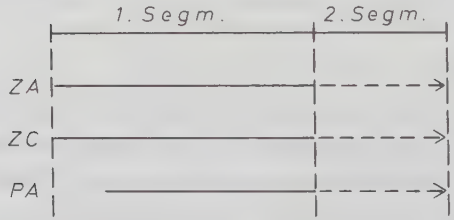
1.) Einsatz der Bewegung von ZA (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment, weniger im 2. Segment),

2.) damit gleichzeitig Einsatz der Bewegung von ZC (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment, weniger im 2. Segment),

3.) darauf Einsatz der Bewegung von PA (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment, weniger im 2. Segment).

Diese zeitliche Mikrostruktur wird durch folgende graphische Darstellung (s. Abb. 46) veranschaulicht:

Abb. 46: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA)



Von den gehörlosen Sprechern wird diese zeitliche Mikrostruktur nicht in entsprechender Weise realisiert. An den Kurvenverläufen aller betrachteten Zungenpunkte sind bei den Gehörlosen Abweichungen feststellbar; diese werden hier insbesondere an den Zungenpunkten ZA, ZC

und PA aufgezeigt.

ZA: Wie an den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 47) zu beobachten ist, setzt mit dem Beginn der Lippenverschlußphase bei den Hörenden eine starke Bewegung der Zungenspitze ein. Es zeigt sich übereinstimmend eine fallende Bewegungstendenz, indem die Kurven vom durchschnittlichen Wert (M = 7,45) am Ausgangspunkt den höheren Wert (M = 9,2) bezüglich der Zielposition anstreben. Der auffallend hohe Wert (zu Beginn der Lippenverschlußphase) weist darauf hin, daß die Zungenspitze schon vor der Realisierung des Nasals "m" Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des nachfolgenden Vokals ausführt.

Im Vergleich zu den Hörenden nehmen die Kurven bei den Gehörlosen (2m, 7k, 8g, 9g, 10m), das sind 46 %, einen entgegengesetzten Verlauf in steigender Richtung; diese Abweichungen traten bei denselben Versuchspersonen des artikulatorisch ähnlichen Wortes "Mus" auf. In einem Fall (G 3m) wird der Bewegungsverlauf annähernd richtig realisiert. Die hörenden und gehörlosen Sprecher unterscheiden sich entsprechend der Mittelwertberechnung für die Ausgangs- und Zielpositionswerte deutlich voneinander (vgl. folgende Abb. 51).

Während die Gehörlosen an beiden Positionen (Ap, Zp) etwa gleich niedrige Werte (unter 4) einnehmen, sind diese bei den Hörenden generell viel größer und stark unterschiedlich. Artikulatorisch gesehen bedeutet dieses, daß sich bei den Gehörlosen die Lage der Zungenspitze (vorn) während dieser Artikulationsphase nicht wesentlich verändert, diese sich jedoch bei den Hörenden stark nach hinten verschiebt.

ZC : An den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 48) dieses Zungenpunktes wird bei den Hörenden keine übereinstimmende

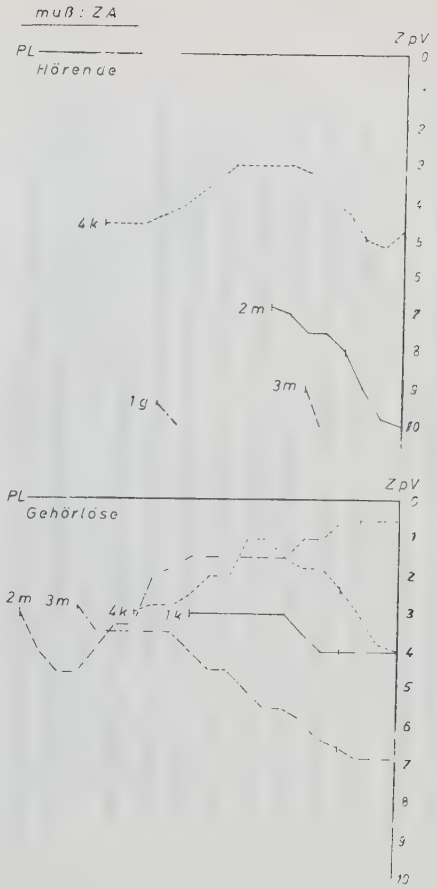
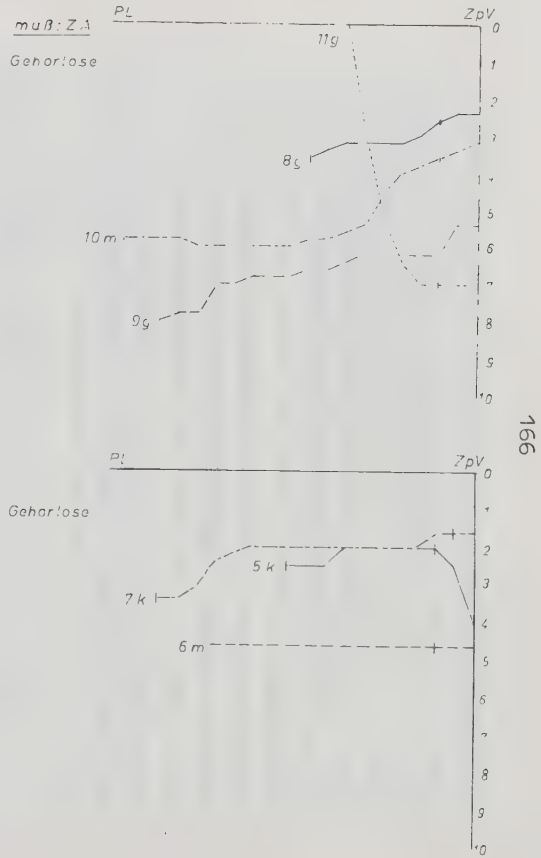
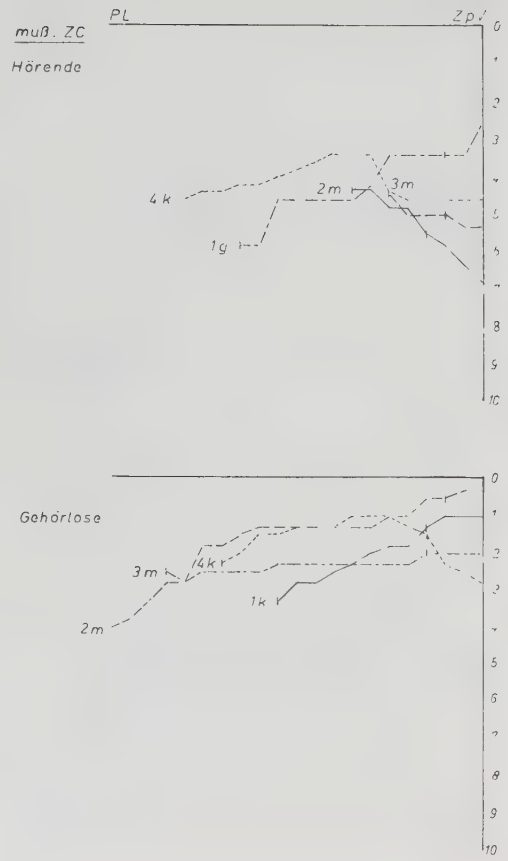

muß: ZA
PL
Hörende
ZpV
4k
2m
3m
1g
Gehörlose
2m 3m
4k
1k

Abb. 47


muß: ZA
PL
ZpV
Gehörlose
11g
8g
10m
9g
Gehörlose
5k
7k
6m


muß. ZC
Hörende
PL
ZpV
4k
2m
3m
1g
Gehörlose
3m
4k
1k
2m

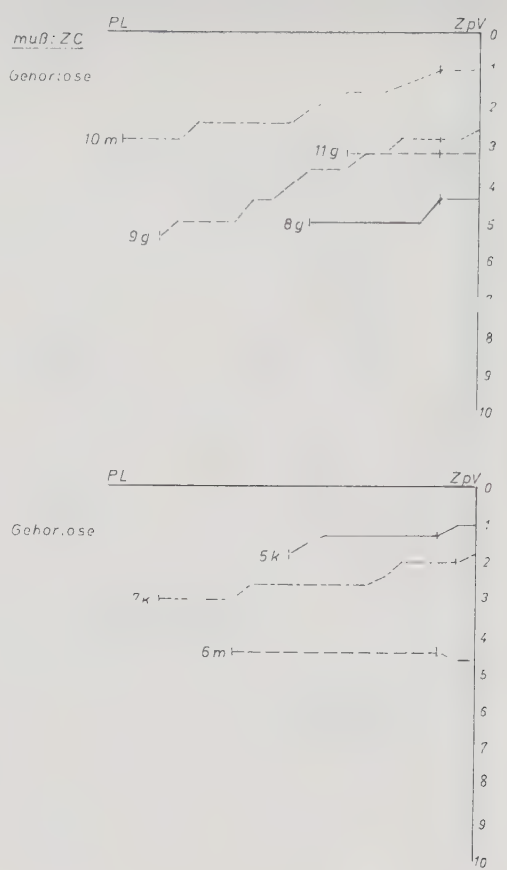
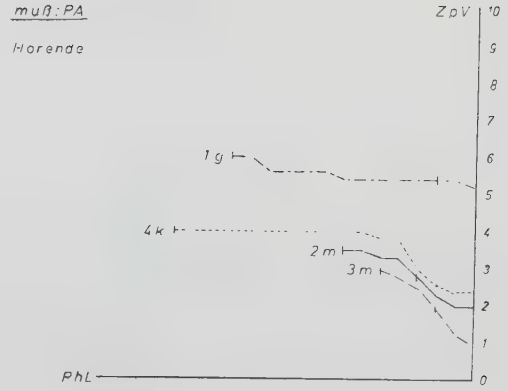
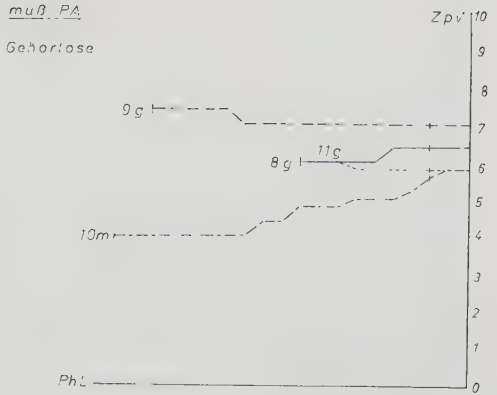
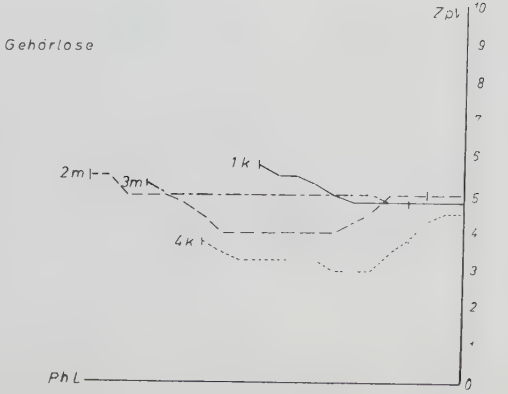

muß: ZC
Genor:ose
PL
ZpV
10m
11g
9g
8g
Gehor.ose
5k
6m

Abb. 48


muß:PA
Hörende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1g
4k
2m
3m
PhL


muß:PA
Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
9g
11g
8g
10m
PhL


Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2m
3m
1k
4k
PhL

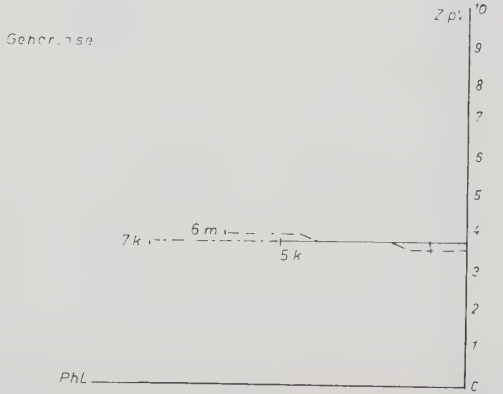
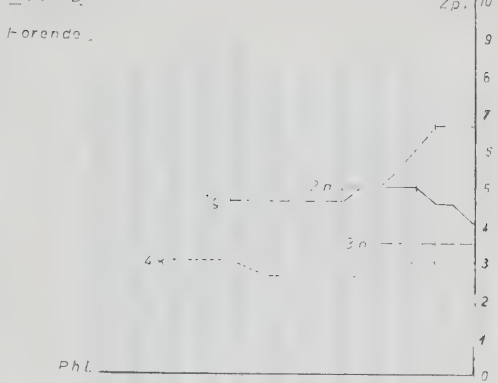
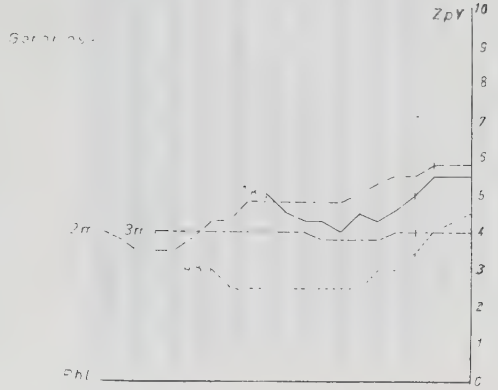
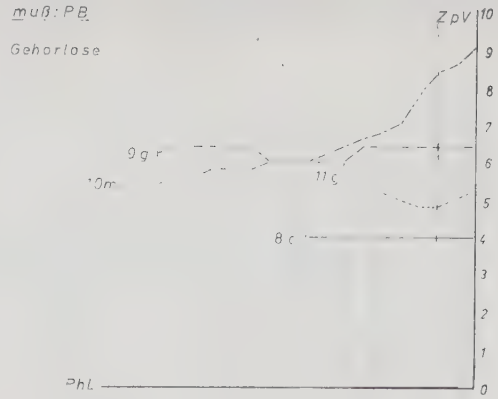

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7k
6m
5k
PhL

Abb. 49







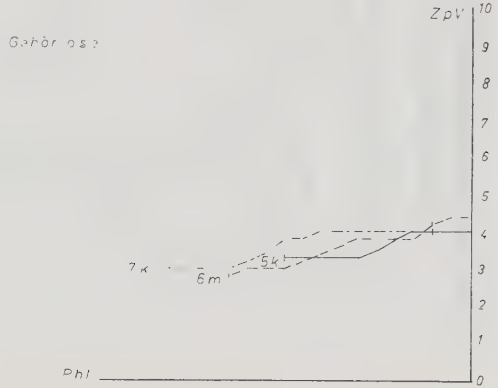
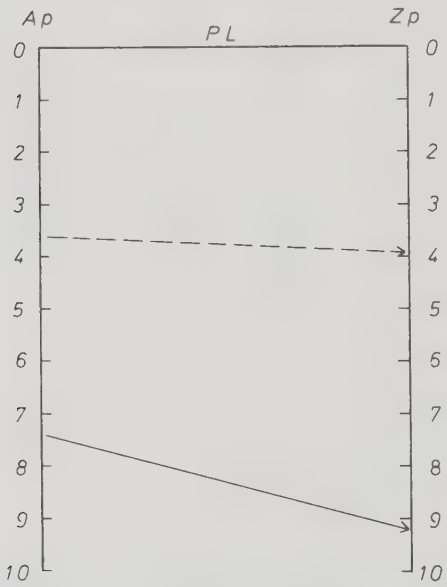


Abb. 50

Abb. 51: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZA

Hörende ———— Gehörlose — — —

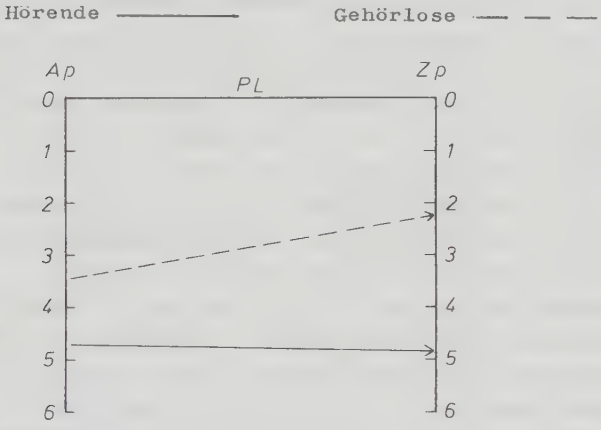


Bewegungstendenz deutlich. Zwar zeigt die Mehrzahl der Versuchspersonen eine fallende Tendenz, doch führt die Versuchsperson (1g) eine Bewegung stark entgegengesetzter Richtung durch.

Umsomehr fällt bei den Gehörlosen die Übereinstimmung in der Bewegungsrichtung auf; 73 % der Versuchspersonen zeigen einen kontinuierlichen Kurvenverlauf mit steigender Tendenz. Bei Berücksichtigung der Mittelwerte und der Streuung bezüglich der Ausgangs- und Zielposition wird dieser Trend besonders deutlich. (vgl. folgende

Abb. 52). Somit kann diese Bewegungsausführung als typisch für die Gehörlosen angesehen werden.

Abb. 52: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC



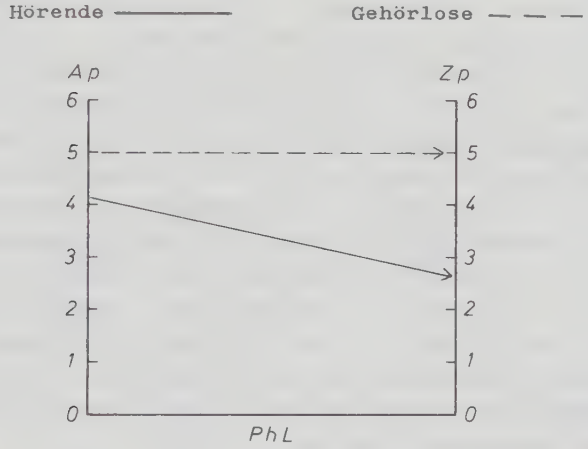
Ein Vergleich der Mittelwerte zeigt, daß bei den hörenden Sprechern die Lage des dorsalen Zungenbereichs in vertikaler Richtung etwa gleich bleibt, während die gehörlosen Sprecher in dieser Artikulationsphase eine relativ starke Bewegung in mediopalataler Richtung durchführen; entsprechend unterscheiden sich die Mittelwerte bezüglich der Zielposition. Bei den Hörenden beträgt der Mittelwert (M = 4,83), bei den Gehörlosen dagegen (M = 2,25). Bei Berücksichtigung der individuellen Werte ist feststellbar, daß der niedrigste Wert bei den Hörenden 2,6 beträgt, wohingegen 64 % der Gehörlosen unter diesem Wert liegen. Wie die Hörenden so zeigen auch die Gehörlosen eine koartikulatorische Verflechtung in der Lautverbindung, insofern die Zunge während der Lippenverschlußphase Bewegungen in Richtung auf

die Zielposition durchführt; dennoch ist die Koartikulation unterschiedlich, da verschiedene Zielpositionen angestrebt werden.

PA: Die Kurven der Hörenden (vgl. folgende Abb. 49) nehmen bezüglich des Zungenpunktes PA einen Verlauf fallender Tendenz mittelstarker Ausprägung. Da ein großer Teil der Bewegung zur Erreichung der folgenden Zielposition sich während der Lippenverschlußphase vollzieht, wirkt auch dieser Zungenbereich an der koartikulatorischen Verflechtung der Lautverbindung mit. Die fallende Bewegungstendenz besagt, daß die Zunge sich im Bereich von PA auf die Pharynxwand hinzubewegt und dort in velarer Richtung eine Enge bildet.
Während bei den Hörenden die Tendenz in der Bewegungsrichtung eindeutig ist, zeigen die Gehörlosen sowohl Bewegungen fallender Tendenz (1k, 2m, 9g) mit schwacher Ausprägung, aber auch Bewegungen entgegengesetzter (steigender) Tendenz (4k, 8g, 10m), häufiger jedoch verlaufen die Kurven etwa linear, d.h. es liegt keine Bewegung vor. Wenn bei den einzelnen Gehörlosen Bewegungen vorhanden sind, so werden diese auch hauptsächlich während der Lippenverschlußphase durchgeführt; in diesen Fällen kann man also auch von einer koartikulatorischen Verflechtung sprechen; da von ihnen allerdings überwiegend andere Zielpositionen angestrebt werden, ist diese Koartikulation im Vergleich zu den Hörenden zumindestens nicht adäquat. Beim Vergleich der Mittelwerte hinsichtlich der Ausgangs- und Zielposition (vgl. folgende Abb. 53) bleibt die Lage der Zunge bei den Gehörlosen annähernd gleich, wohingegen sie sich bei den Hörenden stark in Richtung auf die Pharynxwand verschiebt. An der Darstellung der Mittelwerte kann man feststellen, daß die Gehörlosen in dieser Artikulationsphase keine

Bewegung in velopharyngaler Richtung durchführen und somit in dieser Region keine Engebildung realisiert wird.

Abb. 53: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Die hörenden und gehörlosen Sprecher zeigen hinsichtlich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der Artikulationsphase ("m" - "u") an den Zungenpunkten (ZA, ZC, PA, PB) eine etwa gleich große Streuung in Abhängigkeit von den verschiedenen Artikulationsstellungen beider Gruppen.

Bewegungsverlauf: Aufgrund von Mittelwertberechnungen ist festzustellen, daß die gehörlosen Sprecher im Bewegungsverlauf der betrachteten Punkte gegenüber den Hörenden starke Abweichungen aufweisen. (vgl. folgende

Abb. 54). Während bei den Hörenden die Lage der Zunge in vertikaler Richtung annähernd gleich bleibt, dafür aber eine starke Verschiebung in horizontaler Richtung (gegen die Pharynxwand) an den Zungenpunkten (ZA, ZC, PA) sichtbar wird, ist bei den Gehörlosen die Bewegungstendenz in vertikaler Richtung (mediopalatal) eindeutig vorherrschend; da die Gehörlosen bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte nur eine relativ geringe Streuung zeigen, ist um so mehr anzunehmen, daß es sich bei diesem artikulatorischen Ablauf um ein typisches Artikulationsverhalten der gehörlosen Sprecher handelt. Weiterhin ist eine entgegengesetzte Tendenz hinsichtlich der Kieferbewegung zu beobachten; die horenden Sprecher vergrößern den Öffnungsgrad, während die Gehörlosen ihn verkleinern. Hinsichtlich der Relation Kiefer- und Zungenbewegung zeigt sich, daß sich der Unterkiefer der Gehörlosen beim Anheben der Zunge in palataler Richtung entsprechend mitbewegt, wohingegen die genannten Artikulatoren bei den Hörenden eher unabhängig voneinander agieren.

Koartikulation: Die Gehörlosen zeigen bei der Lautverbindung ebenso wie die Hörenden eine koartikulatorische Verflechtung, indem der größte Teil der Zungenbewegung in Richtung auf die folgende Zielposition während der vorhergehenden Lippenverschlußphase durchgeführt wird; dennoch ist die Koartikulation zwischen beiden Gruppen sehr unterschiedlich, da in der Artikulationsphase verschiedene Zielpositionen angestrebt werden.

Bewegungsökonomie: Bei 55 % der gehörlosen Sprecher (nämlich 1k, 3m, 4k, 5k, 9g, 11g) treten an verschiedenen Zungenpunkten (vor allem bei PB) unökonomische Bewegungen auf. Beim Sprecher (4k) sind sie an allen Zungenpunkten zu beobachten; demnach bewegt sich der Zun-

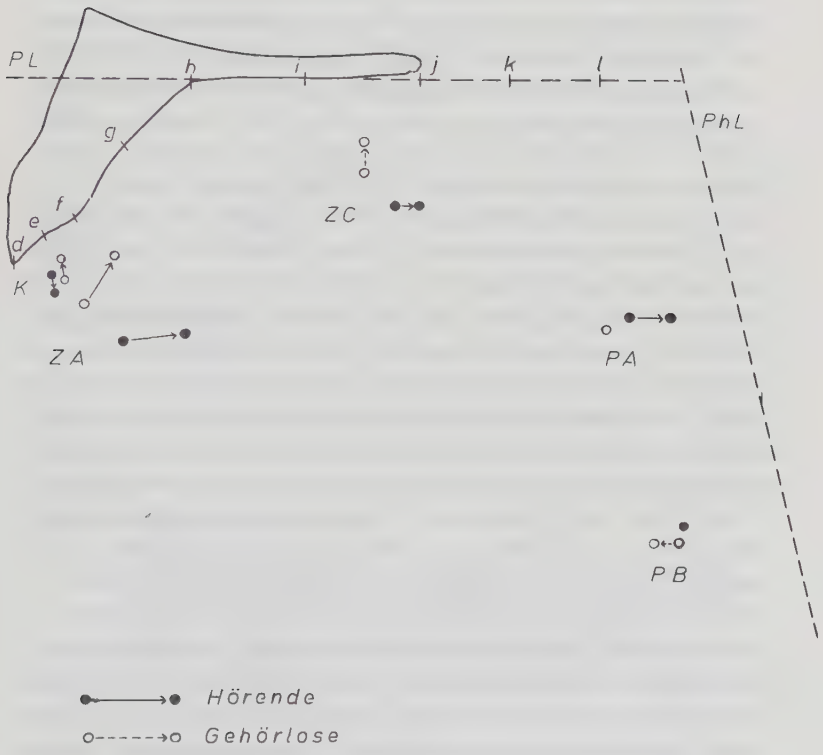


Abb. 54

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase "m" nach "u"

genkorper insgesamt zunächst nach vorn und dann wieder zurück, woraufhin schließlich die Zielposition des Vokals erreicht wird. Bei dem vorhergehenden artikulatorisch verwandten Wort "Mus" zeigte diese Versuchsperson dasselbe Verhalten. Diese Erscheinung deutet daraufhin, daß bestimmte gehörlose Sprecher abweichendes Artikulationsverhalten (sprechertypisch) reproduzieren.

Vergleich der Artikulation von "Mus" und "muß": Die Wörter "Mus" und "muß" enthalten artikulatorisch ähnliche Artikulationsphasen. In der Phase ("m" nach "u") dieser Wörter überwiegt bei den Hörenden bezüglich der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA) das Merkmal "Bewegung nach hinten"; in anderen Merkmalen unterscheidet sich die Zungenartikulation allerdings deutlich; während bei dem Wort "muß" die Zielposition für den folgenden Vokal durch eine införmige Bewegung in horizontaler Richtung erreicht wird, ist der Bewegungsablauf bei dem Wort "Mus" sehr viel komplexer, indem außerdem noch eine Bewegung in vertikaler Richtung (bei ZA nach unten und bei ZC nach oben) verläuft. Die Gehörlosen zeigen in dieser Artikulationsphase einen völlig anderen Bewegungsablauf. Von ihnen wird das bei den Hörenden festgestellte vorherrschende Merkmal "Bewegung nach hinten" überhaupt nicht realisiert; vielmehr überwiegt bei ihnen eine vertikale Bewegungstendenz, indem sich der dorsale Zungenbereich bei beiden Wörtern in palataler Richtung anhebt. Während die Hörenden in der Artikulation dieser Wörter einen deutlichen Unterschied aufwiesen, ist dieser bei den Gehörlosen nur geringfügig ausgeprägt.

4.5. Testwort "Beet"

Bei dem Wort "Beet" wird die Artikulationsphase "B" nach "ee" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "Lippenverschluß", während das zweite die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die Kurvenverläufe veranschaulichen die Bewegungen der verschiedenen Zungenpunkte im Zeitabschnitt dieser aufeinanderfolgenden Segmente. Bei den Hörenden, die im Vergleich zu den Gehörlosen "normales" Artikulieren repräsentieren, zeigt sich, daß die Zunge schon während der Lippenverschlußphase Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchführt; entsprechend verwirklicht sich in dieser Erscheinung die koartikulatorische Verflechtung der aufeinanderfolgenden Laute. In dem Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte wird eine Zeitstruktur sichtbar, die nach folgendem Schema gegliedert ist:

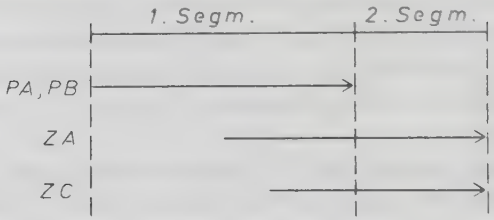
1.) zuerst Einsatz der Bewegung von PA und PB (hauptsächlich während des ersten Segmentes),

2.) dann Einsatz der Bewegung von ZA (etwa von der Mitte des ersten bis zum Ende des zweiten Segmentes),

3.) schließlich Einsatz der Bewegung von ZC (vom letzten Drittel des ersten bis zum Ende des zweiten Segmentes).

Diese zeitliche Mikrostruktur veranschaulicht folgende graphische Darstellung:

Abb. 54: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB)



Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher weisen an allen Zungenpunkten deutliche Abweichungen auf, die im Folgenden entsprechend dargestellt werden; außerdem wird von ihnen die bei den Hörenden festgestellte Mikrostruktur der zeitlichen Folge von Bewegungen nicht entsprechend realisiert.

ZA : Schon während der Lippenverschlußphase setzt bei den Hörenden eine Bewegung der Zungenspitze ein. Wie an den Kurvenverläufen zu beobachten ist (vgl. folgende Abb. 55), wird dabei übereinstimmend eine fallende Tendenz sichtbar, indem vom durchschnittlichen Wert (M = 4,1) an der Ausgangsposition der höhere Wert (M = 5,28) an der Zielposition erreicht wird. Artikulatorisch bedeutet dieses, daß sich die Zungenspitze nach hinten (in Richtung auf die Pharynxwand) bewegt. Die Streuung an dem betrachteten Zungenpunkt liegt für Ap bei δ = 1,03 und für Zp bei δ = 1,29.
Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher (1k, 2m, 3m, 8g, 9g, 11g), das sind 55 %, zeigen überwiegend die entgegengesetzte (fallende) Tendenz; in diesen Fällen bewegt sich die Zungenspitze nach oben gegen die oberen Alveolen. Bei Berücksichtigung der Mittelwerte stellt

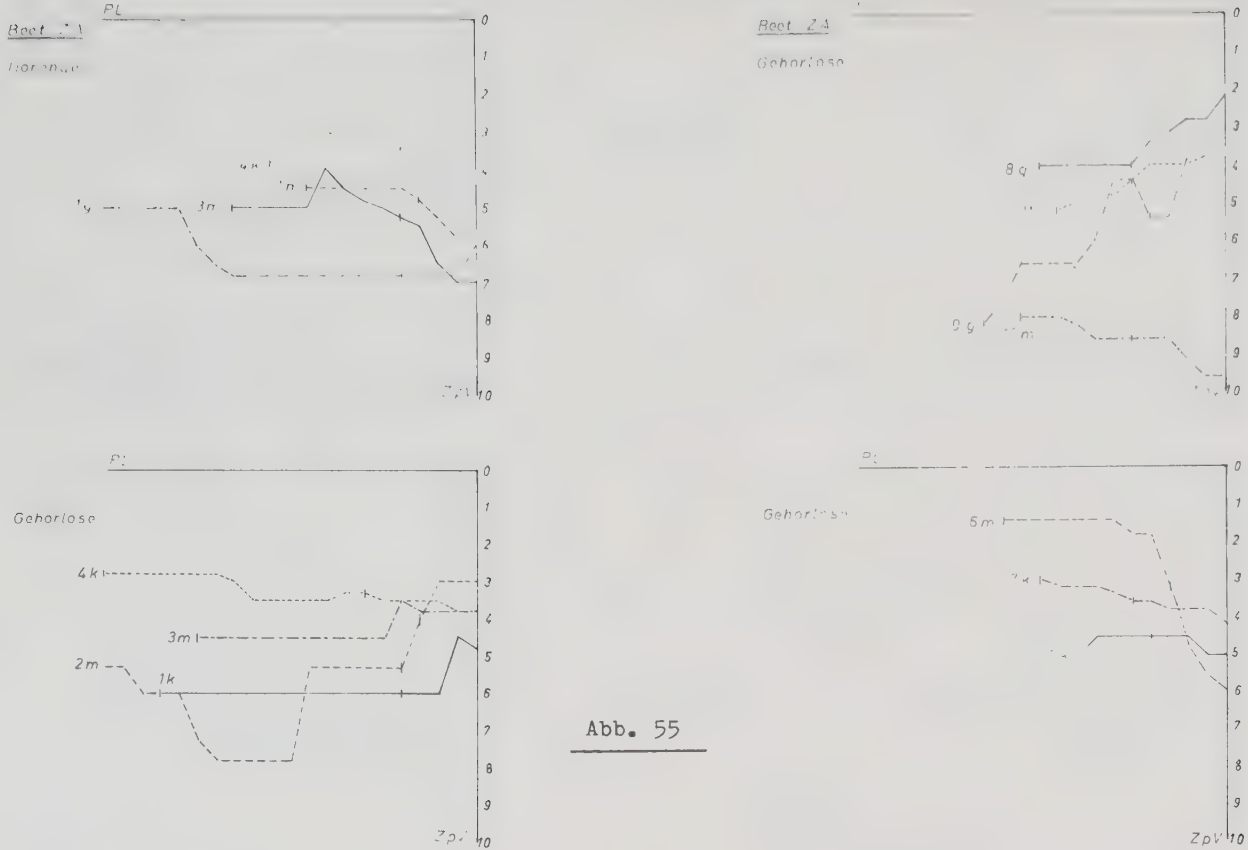
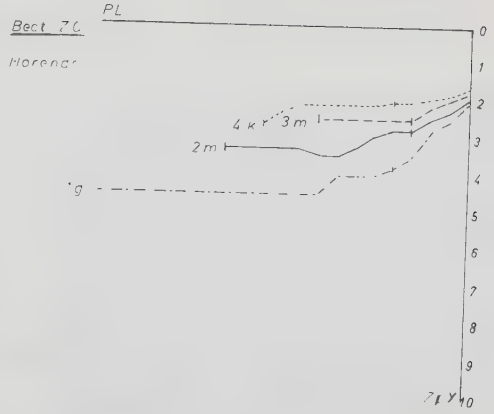


Abb. 55


Beet. ZC
Hörende
PL
4k
3m
2m
1g
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

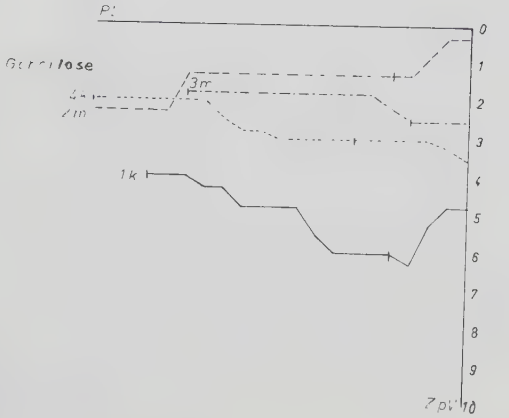
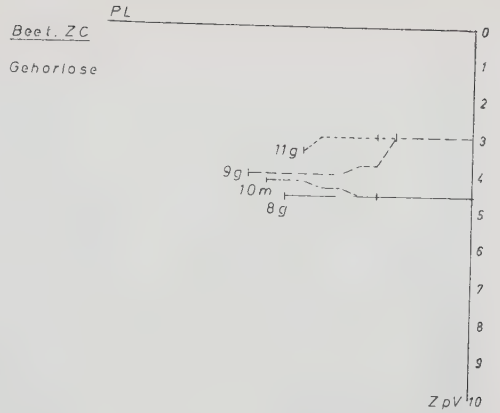
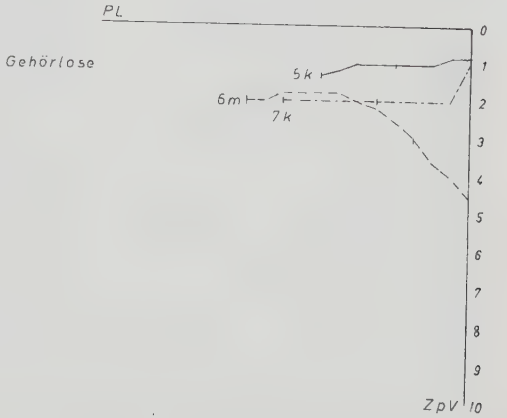
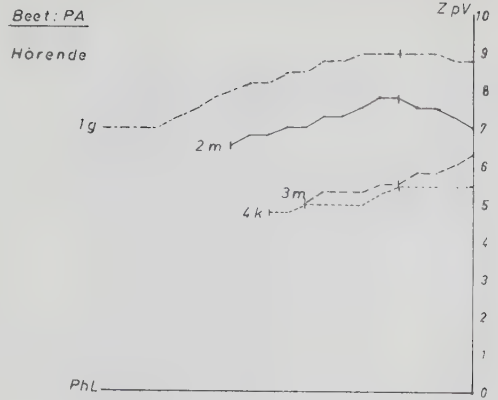
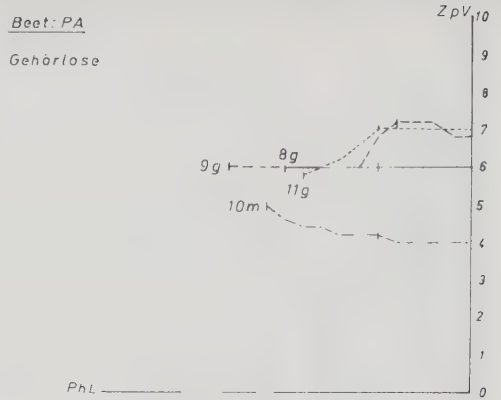

PL
Gehörlose
4
2m
3m
1k
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 56


Beet. ZC
Gehörlose
PL
11g
9g
10m
8g
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


PL
Gehörlose
5k
6m
7k
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


Beet: PA
Hörende
ZpV
1g
2m
3m
4k
PhL


Beet: PA
Gehörlose
ZpV
9g
8g
11g
10m
PhL

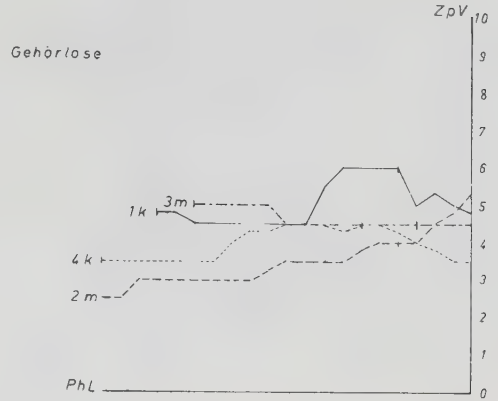
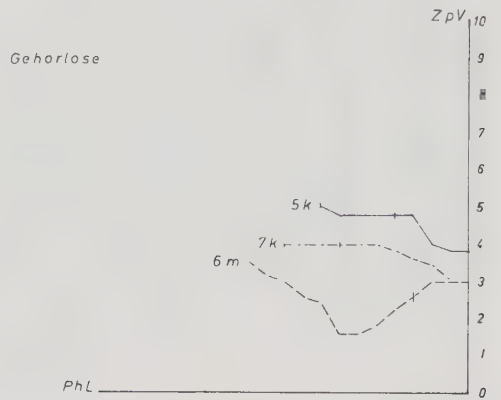
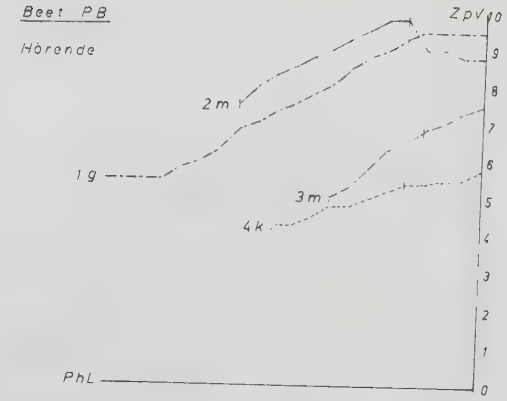
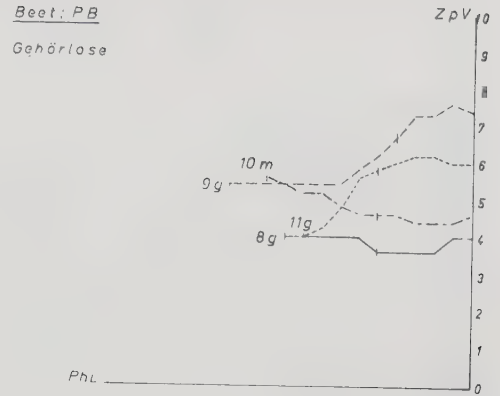
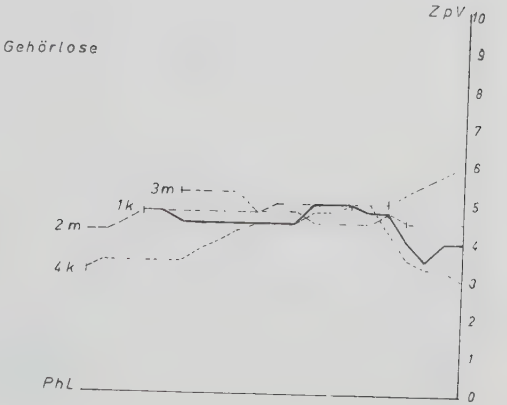

Gehörlose
ZpV
1k
3m
4k
2m
PhL

Abb. 57


Gehörlose
ZpV
5k
7k
6m
PhL


Beet PB
Hörende
ZpV
2 m
1 g
3 m
4 k
PhL


Beet: PB
Gehörlose
ZpV
10 m
9 g
11 g
8 g
PhL


Gehörlose
ZpV
3 m
1 k
2 m
4 k
PhL

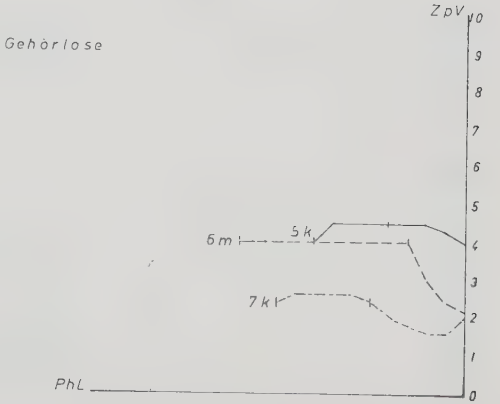
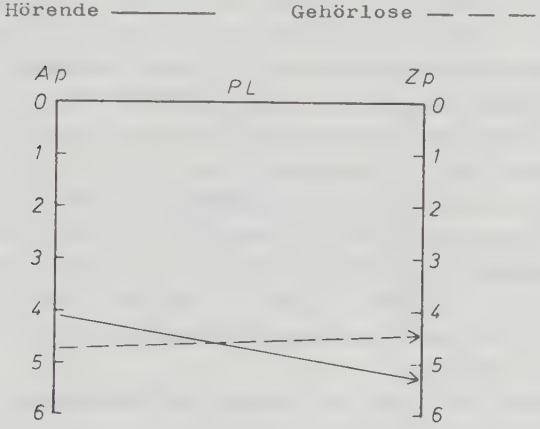

Gehörlose
ZpV
6 m
5 k
7 k
PhL

Abb. 58

sich der zwischen Hörenden und Gehörlosen unterschiedliche Bewegungsverlauf wie folgt dar (vgl. folgende Abb. 59):

Abb. 59: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZA



Demnach werden auch in dieser Darstellung die entgegengesetzten Bewegungstendenzen deutlich. Außerdem zeigt sich, daß die Bewegungsaktivität bei den Hörenden im Mittel größer ist. Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte ist die Streuung bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden: für Ap beträgt sie $\acute{o}$ = 1,99 und für Zp $\acute{o}$ = 1,86. Beim Vergleich der Kurvenverläufe fällt auf, daß von vier Gehörlosen (1k, 2m, 3m, 9g) äußerst abrupte Bewegungen durchgeführt werden; außerdem zeigt G1m das Merkmal "Senkungs-Umweg" und G9g die Kombination von "Steigungs- und Senkungs-Umweg", Erscheinungen, die auf unökonomische Bewegungen hinweisen. Während auch die Gehörlosen in der Mehrzahl koartikula-

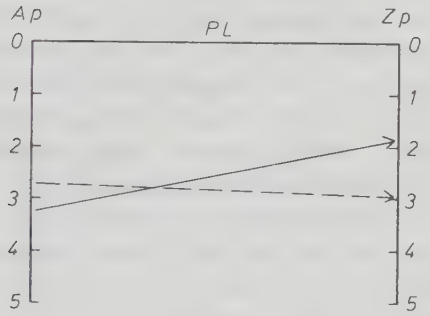
torische Verflechtungen realisieren, so zeigen doch vier Sprecher (1k, 3m, 5k, 8g) einen verspäteten Einsatz der entsprechenden Bewegung. Von einer adäquaten Koartikulation kann man allerdings nur in zwei Fällen (6m, 7k) sprechen.

ZC : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 56) zeigen eindeutig einen Verlauf steigender Tendenz, d.h. der dorsale Zungenbereich hebt sich während des 1. Segmentes nur geringfügig, aber während des 2. Segmentes verstärkt gegen das Palatum. In einer kontinuierlichen Bewegung wird die Zielposition erreicht; an dieser Position streuen die individuellen Werte nur gering (sie liegen zwischen 1,6 und 2,0). Entsprechend der verschiedenen Ansatzrohrgrößen (k, m, g) verteilen sich die Werte von 1,6 für (k) bis 2,0 für (g). Dieser Zungenbereich wird von den Hörenden folglich mit großer Präzision gesteuert.
Umsomehr fällt bei den Kurven der gehörlosen Sprecher die Diskrepanz in den Verlaufsformen und die stark unterschiedlichen Werte (sie liegen zwischen 0,4 und 4,8) für die Zielposition auf. Von fünf Versuchspersonen (1k, 3m, 4k, 6m, 10m), das sind 46 %, wird eine entgegengesetzte Bewegungstendenz realisiert; zwei Versuchspersonen (8g, 11g) zeigen annähernd keine Bewegung. Sehr unterschiedlich sind weiterhin die Zeitpunkte dieser Bewegungen; während diese von den Hörenden hauptsächlich im zweiten Segment durchgeführt wurden, werden sie von den Gehörlosen sowohl zu früh (3m, 9g, 10m) als auch zu spät (2m, 7k) realisiert. Außerdem verlaufen diese Bewegungen häufiger abrupt (1k, 2m, 7k, 9g), und G1k zeigt einen "Senkungs-Umweg" starken Ausmaßes. Aufgrund der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition ergibt sich bezüglich der Bewegungstendenz und seines Betrages

folgendes Bild (vgl. folgende Abb. 60):

Abb. 60: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC

Hörende ———— Gehörlose — — —



Selbst bei Verwendung von Mittelwerten wird die unterschiedliche Bewegungstendenz noch deutlich, allerdings tritt gemäß dieser Darstellung die geringere Bewegungsaktivität bei den gehörlosen Sprechern stärker in den Vordergrund.

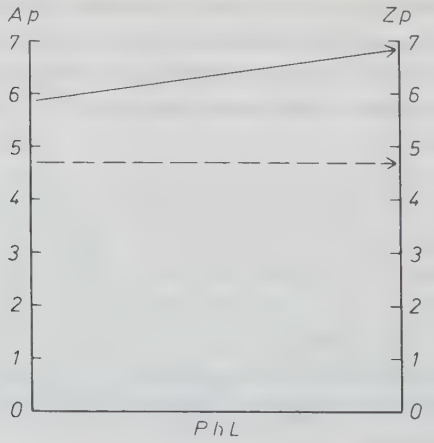
PA : Wie an den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 57) der Hörenden zu beobachten ist, fällt der Hauptteil der Bewegung in das erste Segment; dabei nehmen die Kurven übereinstimmend einen steigenden Verlauf. Demnach bewegt sich dieser Zungenbereich nach vorn, wodurch der Pharynxraum erweitert wird. Wiederum haben die Kurven eine den Ansatzrohrgrößen entsprechende Lage und streben Zielpositionen zu, die den Größenverhältnissen der

individuellen Ansatzrohrkonfigurationen von (k) nach (g) entsprechen.

Demgegenüber zeigen die Kurven der gehörlosen Sprecher ein völlig uneinheitliches Bild; von sechs Versuchspersonen (2m, 3m, 5k, 6m, 7k, 10m), das sind 55 %, wird bezüglich der Bewegungsrichtung eine entgegengesetzte (fallende) Tendenz sichtbar; nur drei Versuchspersonen zeigen einen mit den Hörenden vergleichbaren Bewegungsverlauf. In vier Fällen (2m, 5k, 7k, 9g) setzt, verglichen mit den Hörenden, die Bewegung zu spät ein. Die Versuchsperson (1k) zeigt einen "Steigungs-Umweg", eine andere (6m) den "Senkungs-Umweg"; abrupte Bewegungsverläufe treten außerdem bei den Sprechern (1k, 2m, 6m, 9g) auf. In folgender Darstellung (vgl. folgende Abb. 61), der Mittelwerte zugrunde liegen, wird bezüglich der Ausgangsposition und der Zielposition das unterschiedliche Ergebnis sichtbar:

Abb. 61: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA

Hörende ———— Gehörlose — — —

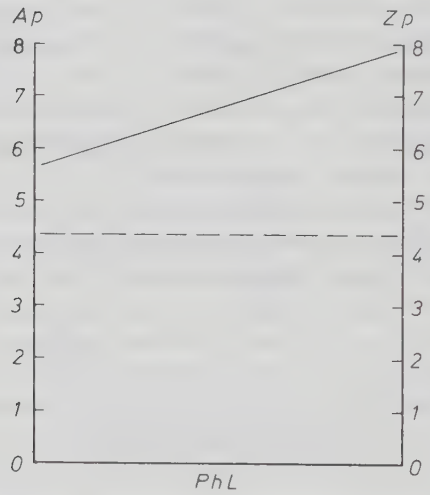


Die gehörlosen Sprecher zeigen demnach im Mittel keine Bewegung, wohingegen bei den Hörenden eine relativ starke Bewegung nach vorn erfolgt.

PB : Bei den hörenden Sprechern nehmen die Kurven (vgl. Abb. 58) übereinstimmend einen Verlauf steigender Tendenz; d.h. die Zunge bewegt sich in dieser Region stark nach vorn, wodurch sich der Pharynxraum erweitert. Der Hauptanteil dieser Bewegung fällt in das erste Segment. An der Zielposition werden Werte erreicht, die den Größenverhältnissen der individuellen Ansatzrohre (groß, mittel, klein) entsprechen.
Gegenüber diesem geordneten Erscheinungsbild fällt umsomehr die Vielfalt der Verlaufsformen bei den Gehörlosen auf. Bezüglich der Bewegungsrichtung wird von ihnen allerdings in der Mehrzahl (1k, 3m, 4k, 6m, 7k, 10m), das sind 55 %, eine fallende Tendenz realisiert. In diesen Fällen bewegt sich die Zunge nicht nach vorn, sondern im Gegenteil nach hinten, wodurch der Pharynxraum verkleinert wird. Nur drei Sprecher (2m, 9g, 11g) zeigen einen mit Hörenden vergleichbaren Kurvenverlauf. Größtenteils erfolgt die Bewegung erst verspätet im zweiten Segment, weswegen die Koartikulation nicht adäquat durchgeführt wird.
Bei den Versuchspersonen (1k und 4k) treten "Steigungs-Umwege" auf. Aufgrund der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition ergibt sich folgendes verallgemeinerndes Bild (vgl. folgende Abb. 62).
Im Mittel zeigen die gehörlosen Sprecher nur eine sehr geringe Bewegung mit fallender Tendenz, während bei den Hörenden eine starke Bewegung mit steigender Tendenz zu beobachten ist.

Abb. 62: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Die Gehörlosen zeigen bezüglich der Ausgangs- und Zielposition der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) generell eine größere Streuung. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß die hörenden Sprecher beim Zungenpunkt (ZC) an den genannten Positionen nur eine sehr geringe Streuung aufweisen; diese Erscheinung kann artikulatorisch interpretiert werden, indem man annimmt, daß bestimmte Bereiche der Zunge in Abhängigkeit vom umgebendem Artikulationsraum sehr genau gesteuert werden müssen, um für das angestrebte akustische Resultat eine

adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenbereiche ein relativ größerer Spielraum vorhanden ist. Umsomehr weist die größere Streubreite bei den Gehörlosen hinsichtlich des Zungenpunktes (ZC) auf Abweichungen hin, für die artikulatorisch gesehen eine unpräzise Steuerung verantwortlich ist.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsabläufe der betrachteten Zungenpunkte sind bei den Hörenden deutlich zeitlich strukturiert, wohingegen bei den Gehörlosen diesbezüglich kein einheitliches Bild sichtbar wird. An allen Zungenpunkten treten hinsichtlich der Bewegungsrichtung entgegengesetzte Tendenzen auf; bezüglich der geforderten Zielposition wird diese in der Mehrzahl untersteuert als auch in wenigen Fällen übersteuert. Aufgrund von Mittelwerten ergeben sich für beide Gruppen äußerst unterschiedliche Bewegungsmuster (vgl. folgende Abb. 63); bei den Hörenden dominiert eindeutig die Bewegung (fallender und steigender Kurvenverlauf), während bei den Gehörlosen die Kurven annähernd linear verlaufen, also kaum Bewegung erfolgt. Die Darstellung des festgestellten Sachverhaltes im Artikulationsraum zeigt, daß die Hörenden einen sehr differenzierten Bewegungsablauf in Richtung auf die Zielposition durchführen; bei PA und PB bewegt sich die Zunge nach vorn, bei ZC nach oben gegen das Palatum und bei ZA gleichzeitig nach hinten und nach oben. Die Gehörlosen zeigen dagegen im Mittel keine Bewegung, wodurch die Position der Zunge unverändert bleibt.

Koartikulation: Schon während der Lippenverschlußphase des Lautes "B" werden von den Hörenden starke Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchgeführt. Besonders deutlich wird diese koartikulatorische Verflechtung an den Zungenpunkten PA und

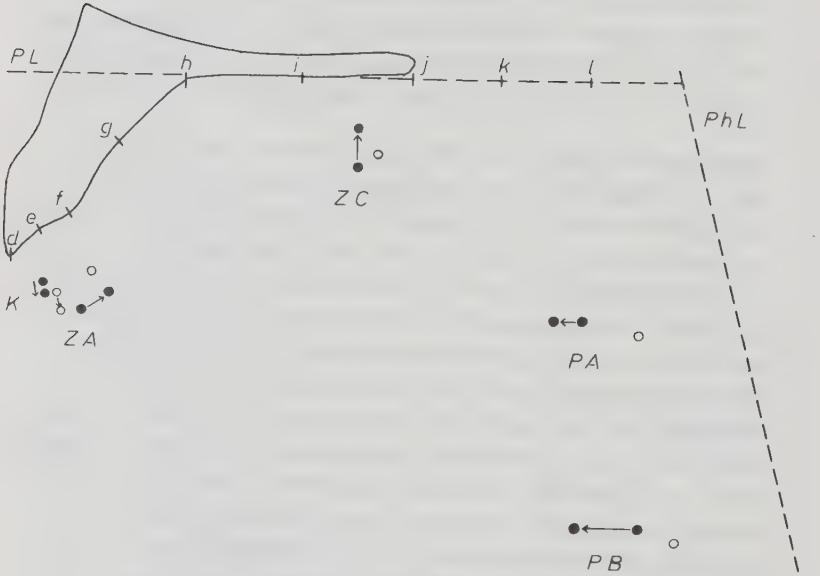


Abb. 63

Durchschnittliche Bewegungsläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase "B" nach "ee"

PB. Demgegenüber erfolgt der Bewegungseinsatz bei den Gehörlosen in den meisten Fällen zu spät. Andrerseits wird in der Mehrzahl eine falsche Zielposition angestrebt, so daß letztlich keine adäquate Koartikulation zustande kommt.

Bewegungsökonomie: Bei fünf gehörlosen Sprechern (1k, 2m, 4k, 6m, 9g) treten an den Zungenpunkten (ZA, PA, PB) unökonomische Bewegungen auf, insofern die Zielposition nicht auf direktem Wege angesteuert wird.

4.6. Testwort "Bett"

Das Wort "Bett" besteht aus denselben Artikulationsphasen wie das vorhergehende Wort "Beet"; beide unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich der "kurz-lang" Opposition ihrer Vokale, aber auch durch deren verschiedene Lautqualität. Der Lautverbindung ("B" - "e") liegt bei den Hörenden eine koartikulatorische Verflechtung zugrunde, insofern die Zunge schon während der Lippenverschlußphase die wesentlichen Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchführt. Wiederum wird im Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte bei den Hörenden eine Zeitstruktur sichtbar, die etwa nach folgendem Schema gegliedert ist:

1.) zuerst Einsatz der Bewegung von PA und PB (Bewegung - hauptsächlich während des ersten Segmentes),

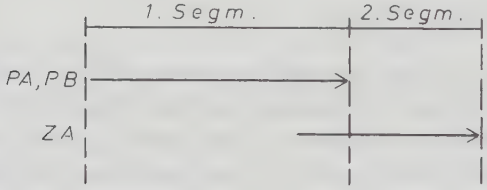
2.) dann Einsatz der Bewegung von ZA (Bewegung - hauptsächlich während des zweiten Segmentes).

Da der Zungenpunkt (ZC) während dieser Artikulationsphase bei den Hörenden keine Bewegung durchführt (eine Bewegung ist hier nicht notwendig, da die Lage dieses

Zungenbereiches für die Zielposition der Neutrallage entspricht) ist der Bewegungsablauf weniger kompliziert als bei dem vorhergehenden Wort "Beet".

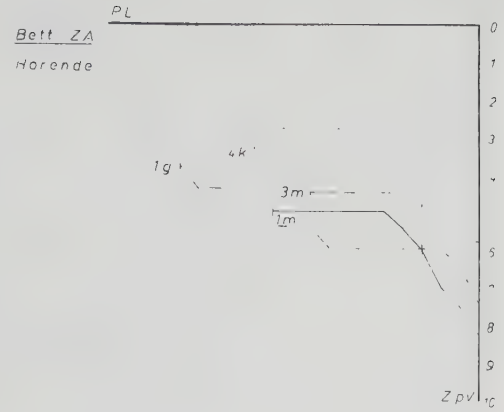
Die zeitliche Mikrostruktur veranschaulicht folgende graphische Darstellung:

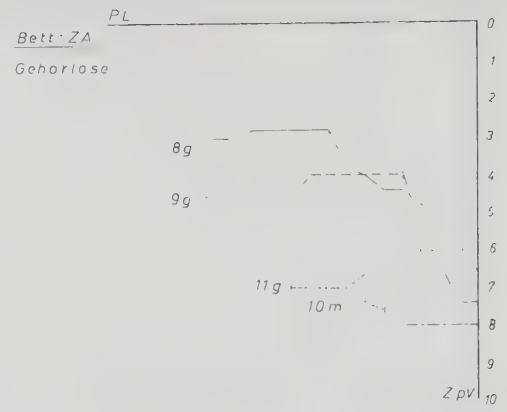
Abb. 64: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der Zungenpunkte (ZA, PA, PB)

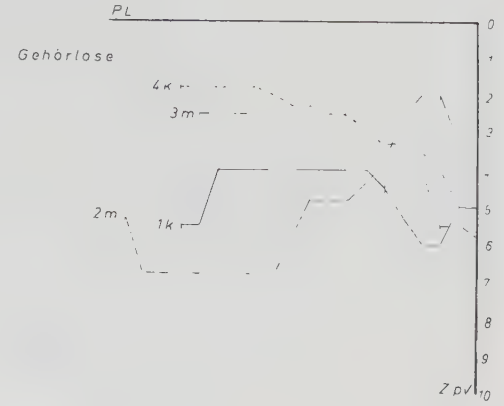


Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher weisen an allen Zungenpunkten deutliche Abweichungen auf, die im Folgenden entsprechend dargestellt werden. Außerdem wird von ihnen die bei den Hörenden festgestellte Mikrostruktur der zeitlichen Folge von Bewegungen nicht entsprechend realisiert.

ZA : Schon während der Lippenverschlußphase setzt bei den Hörenden eine Bewegung der Zungenspitze ein. Bis hin zur Zielposition des folgenden Vokals zeigen die Kurven (vgl. Abb. 65) übereinstimmend einen Verlauf fallender Tendenz. Artikulatorisch gesehen bedeutet dieses, daß die Zungenspitze sich sowohl nach hinten als auch nach unten be-


PL
Bett ZA
Hörende
1g
4k
3m
1m
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


PL
Bett ZA
Gehörlose
8g
9g
11g
10m
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


PL
Gehörlose
4k
3m
2m
1k
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

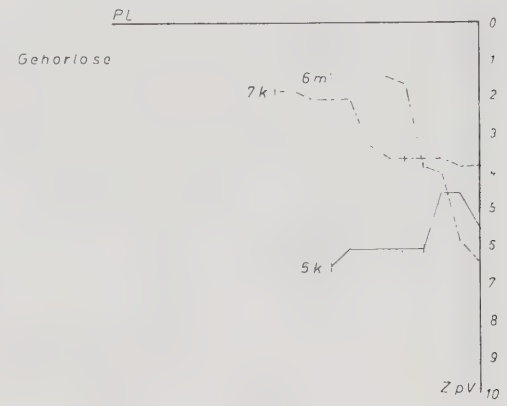
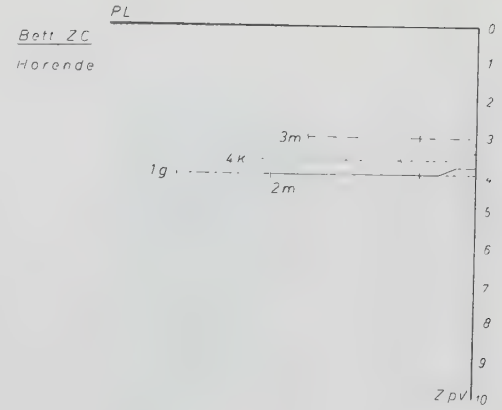
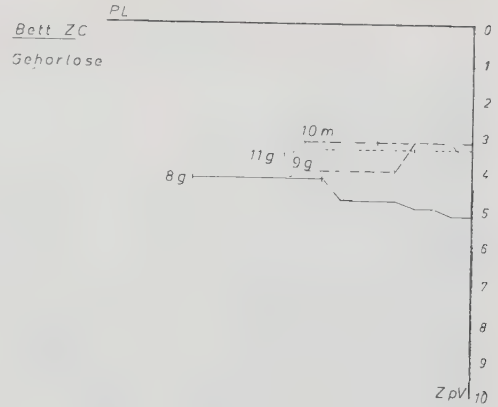
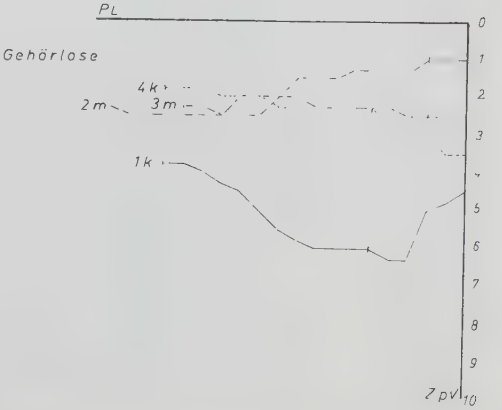

PL
Gehörlose
7k
6m
5k
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 65


PL
Bett ZC
Horende
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
3m
4k
1g
2m
Zpv


PL
Bett ZC
Gehorlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
10m
11g
9g
8g
Zpv


PL
Gehörlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
4k
2m
3m
1k
Zpv

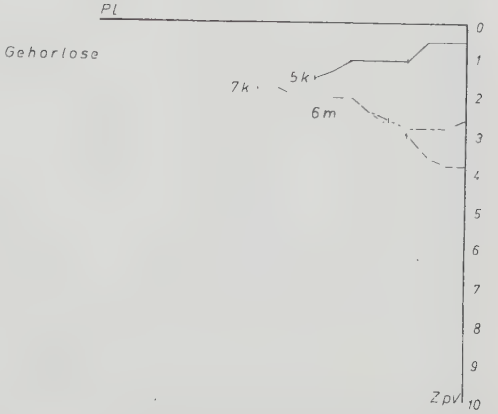
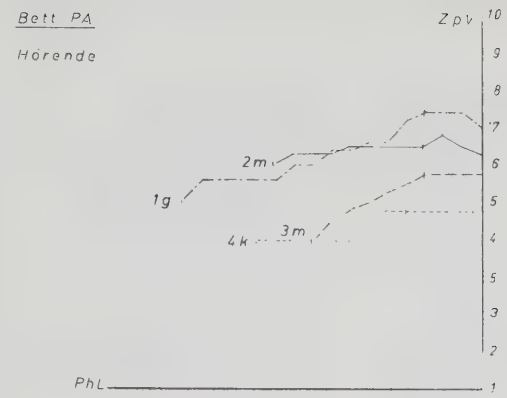
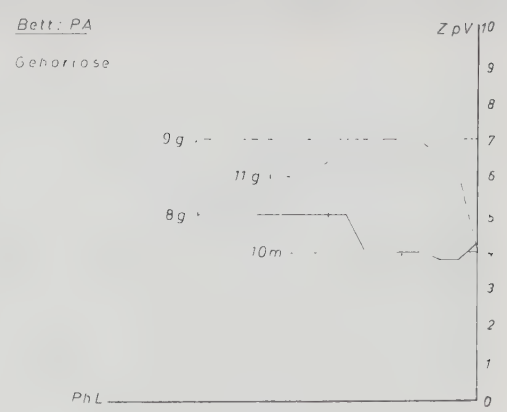
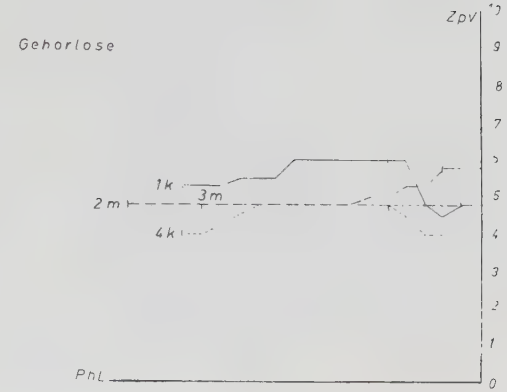

PL
Gehorlose
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
7k
5k
6m
Zpv

Abb. 66


Bett PA
Hörende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
2m
1g
4k
3m
PhL


Bett: PA
Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
9g
11g
8g
10m
PhL


Gehörlose
ZpV
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
3m
2m
4k
PhL

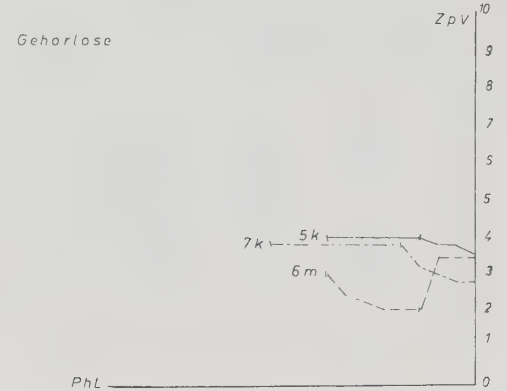
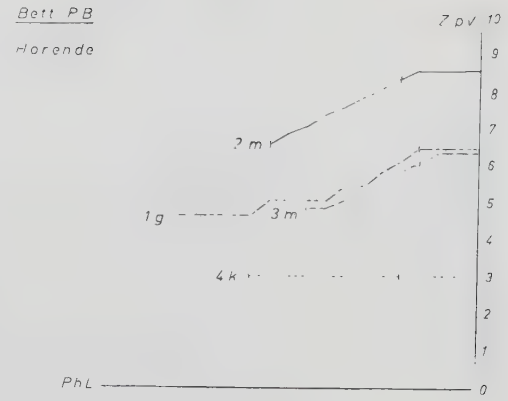
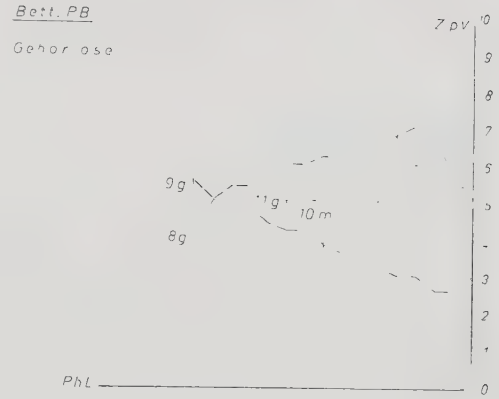
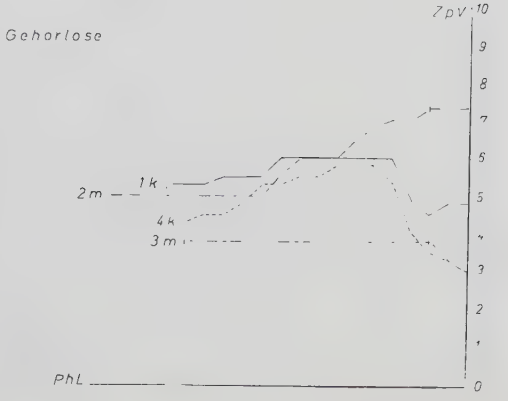

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7k
5k
6m
PhL

Abb. 67


Bett PB
Horende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
3 m
1 g
3 m
4 k
PhL


Bett. PB
Gehor ose
ZpV
10
9
8
7
5
3
2
1
0
9 g
11 g
10 m
8 g
PhL


ZpV
10
9
8
7
6
5
3
2
1
0
Gehorlose
2 m
1 k
4 k
3 m
PhL

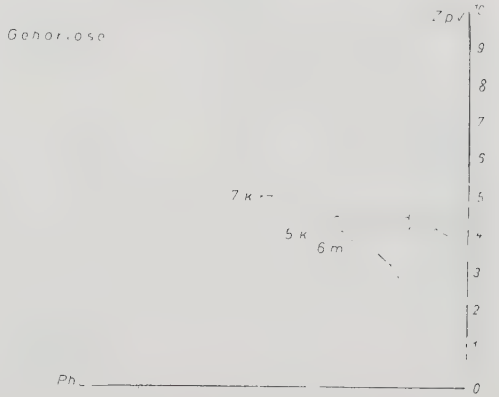

ZpV
9
8
7
6
5
3
2
1
0
Gehor.ose
7 k
5 k
6 m
Ph

Abb. 68

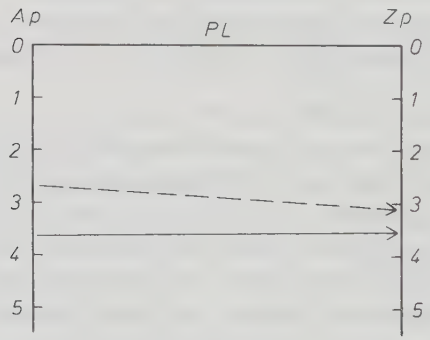
wegt; dabei werden Werte an der Zielposition erreicht, die in etwa den Größenverhältnissen der individuellen Ansatzrohre entsprechen.(Angabe der Werte) Demgegenüber wird zwar auch an den Kurvenverläufen der Gehörlosen überwiegend eine fallende Tendenz sichtbar, jedoch verlaufen bei vier Sprechern (1k, 2m, 5k, 11g) die Kurven mit der entgegengesetzten (steigenden) Tendenz. Bei folgenden Versuchspersonen (1k, 2m, 5k) treten unökonomische Bewegungen auf, da an deren Kurvenverläufen die Merkmale "Senkungs- und Steigungs-Umwege" zu beobachten sind. Bezüglich der Ausgangs- und Zielposition ergeben sich aufgrund von Mittelwerten verglichen mit den Hörenden keine starken Abweichungen.

ZC : Die Kurvenverläufe der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 66) zeigen einen linearen Verlauf, d.h. dieser Zungenbereich führt keine Bewegung aus, da die Neutrallage am Ausgangspunkt der Artikulationsphase der Zielposition des folgenden Vokals entspricht. Die Werte an der Zielposition entsprechen in etwa den verschiedenen Ansatzrohrgrößen und streuen nur sehr gering. Umsomehr treten beim Vergleich dieser Kurvenverläufe mit denen der Gehörlosen deren Abweichungen hervor; fast alle gehörlosen Sprecher (außer 10m und 11g) führen relativ starke Bewegungen aus, indem sich dieser Zungenbereich sowohl nach oben (vgl. steigender Kurvenverlauf bei 2m, 5k und 9g) als auch nach unten (vgl. fallender Kurvenverlauf bei 1k, 3m, 4k, 6m, 7k und 8g) bewegt. Entsprechend groß ist die Streuung der Werte an der Zielposition; während bei den Hörenden die individuellen Werte zwischen 3,0 und 4,0 liegen, verteilen sie sich bei den Gehörlosen über den Wertebereich von 0,5 bis 5,2. Die Lage dieses Zungenpunktes ist demnach in einigen Fällen viel zu hoch, als auch viel zu tief.

An der Kurve der Versuchsperson (1k) wird ein "Senkungs-" und am Kurvenverlauf des Sprechers (9g) ein "Steigungs-Umweg" sichtbar. Nach der Mittelwertberechnung für die Ausgangs- und Zielposition ergibt sich folgendes Bild (vgl. folgende Abb. 69):

Abb. 69: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC

Horende ——— Gehörlose — — —



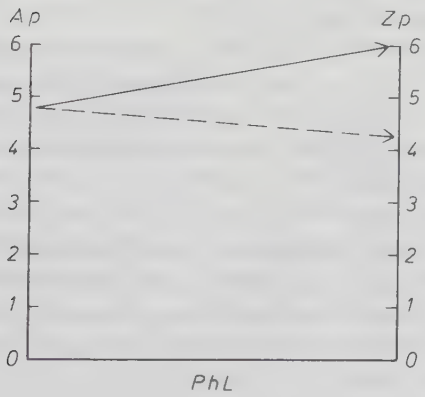
Im Mittel zeigt sich bei den Gehörlosen eine fallende Bewegungstendenz und bezüglich der Zielposition eine immerhin noch zu hohe Zungenlage.

PA : Die Kurven der Hörenden (vgl. Abb. 67) verlaufen übereinstimmend mit steigender Tendenz. Der Hauptteil der Bewegung erfolgt im ersten Segment der betrachteten Artikulationsphase (Koartikulation). Die Werte an den Zielpositionen entsprechen genau den Größenverhältnissen der individuellen Ansatzrohre. Gegenüber diesem geordneten Erscheinungsbild ist bei den Gehörlosen festzustellen, daß ihre Kurven eher willkürlich ver-

laufen. Von sechs Versuchspersonen (1k, 4k, 5k, 7k, 8g, 9g), das sind 55 %, wird die entgegengesetzte (fallende) Bewegungsrichtung realisiert; zwei Sprecher (3m, 10m) zeigen keine Bewegung, während nur drei (2m, 6m, 11g) die korrekte Bewegung mit steigender Tendenz durchführen. In fünf Fällen erfolgt die Bewegung zu spät (im 2. Segment) und in zwei Fällen wird sie unterbrochen. An den Kurvenverläufen von zwei Gehörlosen (1k, 4k) werden "Steigungs-Umwege", am Kurvenverlauf einer gehörlosen Versuchsperson (6m) ein "Senkungs-Umweg" sichtbar. In der folgenden Darstellung (vgl. folgende Abb. 70) wird aufgrund von Mittelwerten bezüglich der Ausgangs- und Zielposition der Trend im Bewegungsablauf deutlich:

Abb. 70 : Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA

Hörende ———— Gehörlose — — —

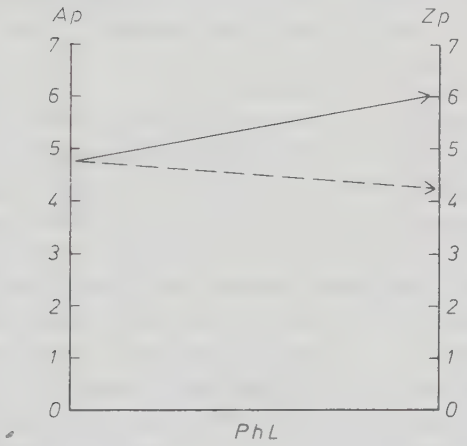


Entsprechend dieser Darstellung zeigt sich, daß sich dieser Bereich der Zunge bei den Hörenden nach vorn (steigende Bewegungsrichtung), derjenige bei den Gehörlosen aber vorwiegend nach hinten (fallende Bewegungsrichtung) bewegt.

PB : Bei den hörenden Sprechern nehmen die Kurven (vgl. Abb. 68) überwiegend (außer bei 4k) einen Verlauf steigender Tendenz. Artikulatorisch gesehen bedeutet dieses, daß jener Zungenbereich sich nach vorn bewegt, wodurch der Pharynxraum erweitert wird. Die Bewegung wird größtenteils während des ersten Segmentes durchgeführt; somit wirkt auch dieser Zungenbereich an der koartikulatorischen Verflechtung der Lautverbindung mit. Demgegenüber ist an den Kurven der gehörlosen Sprecher festzustellen, daß fünf Sprecher (1k, 3m, 4k, 7k, 9g), das sind 46 %, den entgegengesetzten (fallenden) Verlauf zeigen. Bei der zeitlichen Realisierung treten Abweichungen auf, insofern acht Versuchspersonen (73 %) die Bewegung (verspätet) im zweiten Segment durchführen; in diesen Fällen wird entweder keine oder zumindestens keine adäquate Koartikulation ausgeführt. An drei Kurvenverläufen (1k, 4k, 9g) sind "Steigungs-Umwege" zu beobachten. In folgender Darstellung (vgl. folgende Abb. 71) zeigt sich aufgrund von Mittelwerten eine Tendenz im Bewegungsablauf.
Während sich bei den hörenden Sprechern die Zunge generell nach vorn (steigender Kurvenverlauf) bewegt, zieht sie sich bei den Gehörlosen zurück (fallender Kurvenverlauf), wobei sich der Pharynxraum verkleinert.

Abb. 71: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Die gehörlosen Sprecher zeigen vor allem bei den Zungenpunkten (ZC und PA) bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte eine bedeutend größere Streuung als die Hörenden. Wie bei dem vorhergehenden artikulatorisch verwandten Wort "Beet", so ist auch bei dem Wort "Bett" festzustellen, daß bei den Hörenden die Werte für die Zielposition des Zungenpunktes (ZC) auffallend wenig streuen (δ = 0,38); dieser Sachverhalt kann artikulatorisch so interpretiert werden, daß dieser Zungenbereich in Abhängigkeit vom umgebendem Artikulationsraum

sehr präzise gesteuert werden muß, um für das angestrebte akustische Resultat eine adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenpunkte ein relativ größerer Spielraum zulässig ist. Umsomehr weist die größere Streubreite bei den Gehörlosen (σ = 1,33) bezüglich dieses Zungenpunktes auf Abweichungen hin, für die artikulatorisch gesehen eine unpräzise Steuerung verantwortlich ist.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsabläufe der betrachteten Zungenpunkte sind bei den Hörenden zeitlich strukturiert, wohingegen bei den Gehörlosen diesbezüglich keine geordnete Folge sichtbar wird. An allen Zungenpunkten treten hinsichtlich der Bewegungsrichtung entgegengesetzte Bewegungstendenzen auf. Bezüglich der geforderten Zielposition wird diese in der Mehrzahl untersteuert als auch in wenigen Fällen übersteuert (z.B. bei ZC). Aufgrund von Mittelwerten ergeben sich für beide Gruppen äußerst unterschiedliche Bewegungsmuster. Bei den Hörenden dominiert an den Zungenpunkten (ZA, PA, PB) eindeutig die Bewegung (fallender und steigender Kurvenverlauf), während bei den Gehörlosen diese Kurven (außer ZA) annähernd linear verlaufen, also vergleichsweise wenig Bewegung erfolgt; außerdem ist für die Zungenpunkte (PA und PB) festzustellen, daß sie gegenüber den Hörenden die entgegengesetzte Bewegungsrichtung nehmen. Die folgende Abbildung veranschaulicht den festgestellten Sachverhalt im Artikulationsraum (vgl. Abb. 72). Demnach wird von den Hörenden ein differenzierter Bewegungsablauf in Richtung auf die Zielposition realisiert; bei PA und PB bewegt sich die Zunge nach vorn, wodurch der Pharynxraum insgesamt vergrößert wird, bei ZC bleibt die Position erhalten, bei ZA bewegt sie sich gleichzeitig nach hinten und nach

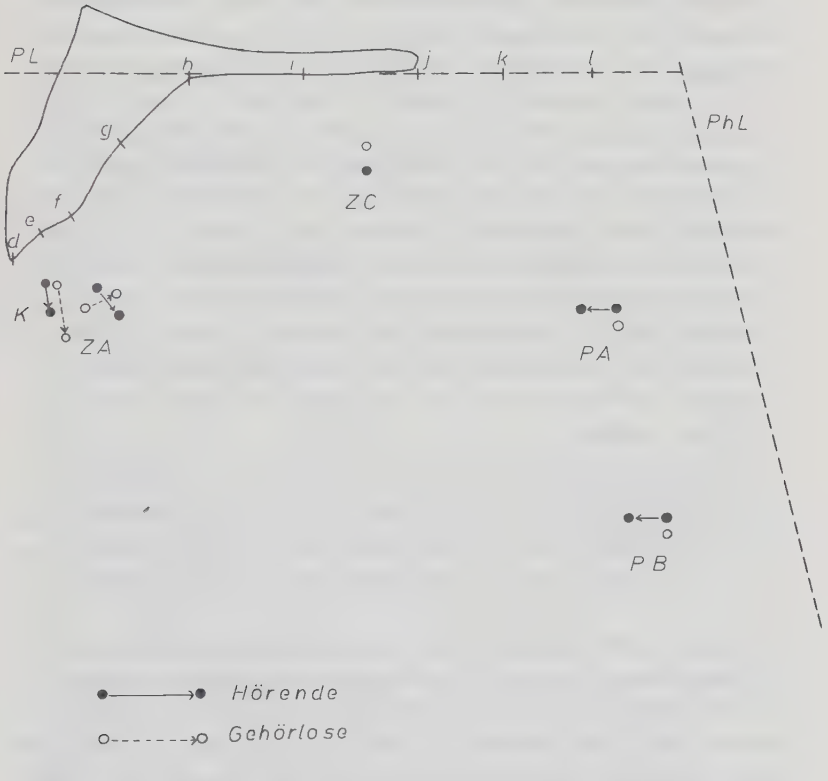


Abb. 72

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase "B" nach "e"

unten; durch eine geringe Kieferbewegung wird sein Öffnungsgrad ein wenig vergrößert. Demgegenüber zeigen die Gehörlosen eine größere Kieferbewegung (größerer Öffnungsgrad); die Zungenspitze (ZA) nimmt eine entgegengesetzte Bewegungsrichtung, wohingegen alle anderen Zungenpunkte im Mittel ihre Position beibehalten.

Koartikulation: Schon während der Lippenverschlußphase (1. Segment) werden von den Hörenden starke Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchgeführt; besonders deutlich wird diese koartikulatorische Verflechtung an den Zungenpunkten PA und PB. Demgegenüber erfolgt der Bewegungseinsatz bei den Gehörlosen in den meisten Fällen zu spät. Andrerseits wird in der Mehrzahl eine falsche Zielposition angestrebt, so daß letztlich keine adäquate Koartikulation zustande kommt.

Bewegungsökonomie: Bei sechs gehörlosen Sprechern (1k, 2m, 4k, 5k, 6m, 9g) treten an den Zungenpunkten (ZA, ZC, PA, PB) unökonomische Bewegungen auf, insofern die Zielposition nicht auf direktem Wege angesteuert wird.

Vergleich der Artikulation von "Beet" und "Bett": Die Wörter "Beet" und "Bett" enthalten ähnliche Artikulationsphasen. In der hier betrachteten Artikulationsphase, welche aus zwei Segmenten besteht, überwiegt bei den Hörenden bezüglich der Zungenpunkte (PA und PB) das Merkmal "Bewegung nach vorn"; bei dem Wort "Beet" ist diese Bewegung stärker ausgeprägt als bei dem Wort "Bett"; entsprechend unterscheiden sich deutlich die angesteuerten Zielpositionen. Weiterhin ergibt sich aufgrund des Vergleichs, daß bei dem Wort "Beet" eine starke Bewegung des dorsalen Zungenbereichs (ZC) in medio-palataler Richtung erfolgt, während diese bei dem Wort "Bett" nicht

realisiert wird; um etwa denselben Betrag bewegt sich die Zungenspitze bei beiden Wörtern nach hinten, allerdings bei "Beet" zusätzlich nach oben, bei "Bett" aber nach unten. Somit ist festzustellen, daß sich beide Wörter trotz artikulatorischer Ähnlichkeit im tatsächlichen artikulatorischen Ablauf deutlich unterscheiden. Die Gehörlosen zeigen in dieser Artikulationsphase einen völlig anderen Bewegungsablauf. Von ihnen wird das bei den Hörenden festgestellte vorherrschende Merkmal "Bewegung nach vorn" bei (PA und PB) überhaupt nicht realisiert, vielmehr überwiegt bei ihnen die entgegengesetzte Tendenz. Aufgrund von Mittelwertberechnungen und ihrer entsprechenden Darstellung im Artikulationsraum ergibt sich, daß die gehörlosen Sprecher an den Zungenpunkten (ZC, PA, PB) bei beiden Wörtern durchschnittlich keine Bewegung zeigen und daß sich die Positionen dieser Zungenpunkte in beiden Fällen kaum unterscheiden; ein größerer Unterschied liegt nur hinsichtlich der Kieferbewegung vor. Demnach werden diese Artikulationsphasen von den Gehörlosen mit einer unzureichenden Differenzierung von Artikulationsmustern realisiert.

Bei einer Gegenüberstellung hinsichtlich des Kriteriums "Bewegungsökonomie" stellt sich heraus, daß bei beiden Wörtern die unökonomischen Bewegungen von denselben gehörlosen Versuchspersonen durchgeführt werden. Diese Übereinstimmung im Artikulationsablauf läßt den Schluß zu, daß diese Sprecher bestimmte Artikulationsmuster (mit allen Abweichungen) reproduzieren.

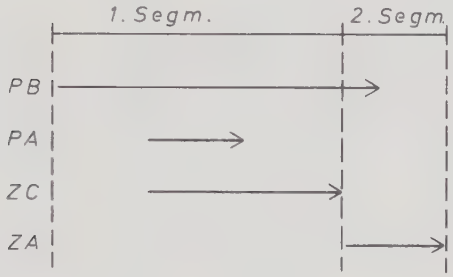
4.3. Testwort "lieb"

Bei dem Wort "lieb" wird die Artikulationsphase "l" nach "ie" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "apikaler Kontakt", während das zweite die Phase von der Kontaktlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die Kurvenverläufe veranschaulichen die Bewegungen der verschiedenen Zungenpunkte im Zeitabschnitt dieser aufeinanderfolgenden Segmente. Bei den Hörenden zeigt sich, daß die übrigen Zungenbereiche (ZC, PA, PB) schon während der apikalen Kontaktphase Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchführen; entsprechend verwirklicht sich in dieser Erscheinung die koartikulatorische Verflechtung der aufeinanderfolgenden Laute. In dem Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte wird eine Zeitstruktur sichtbar, die nach folgendem Schema gegliedert ist:

1. zuerst Einsatz der Bewegung von PB (Ausführung während des 1. Segmentes und im ersten Drittel des 2. Segmentes),
2. dann folgt die Bewegung von PA (überwiegend im zweiten Drittel des 1. Segmentes),
3. etwa gleichzeitig mit PA erfolgt die Bewegung von ZC (hauptsächlich während der letzten zwei Drittel im 1. Segment),
4. schließlich setzt eine abrupte Bewegung von ZA ein (nur im 2. Segment).

Diese zeitliche Mikrostruktur wird durch folgende graphische Darstellung veranschaulicht:

Abb. 74 : Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte



Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher weisen an den Zungenpunkten (ZC, PA, PB) Abweichungen auf, die im Folgenden dargestellt werden; außerdem wird von ihnen die bei den Hörenden festgestellte Mikrostruktur im zeitlichen Ablauf der Bewegungen nicht entsprechend realisiert.

ZC : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 76) nehmen vor allem im ersten Segment einen steigenden Verlauf; d.h. der dorsale Zungenbereich bewegt sich während der apikalen Verschlußphase in medio-palataler Richtung und erreicht schon in diesem Zeitabschnitt die für den folgenden Vokal erforderliche Zielposition. An dieser Position streuen die individuellen Werte nur gering (sie liegen zwischen 0,8 und 1,3); somit ist anzunehmen, daß dieser Zungenbereich mit großer Präzision gesteuert wird.
Bei den gehörlosen Sprechern ist auch übereinstimmend ein steigender Kurvenverlauf zu beobachten. Abweichun-

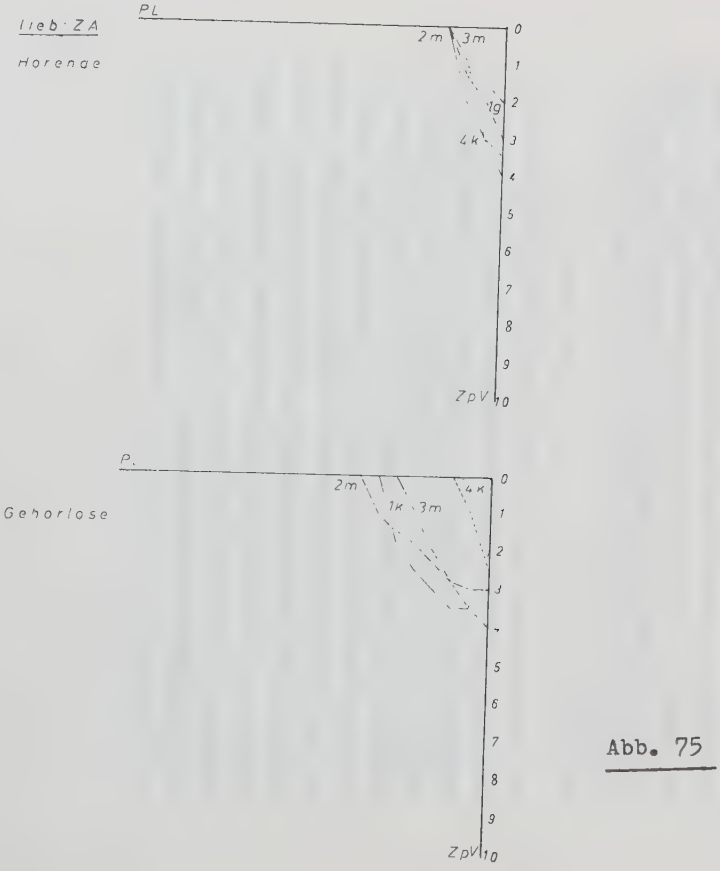
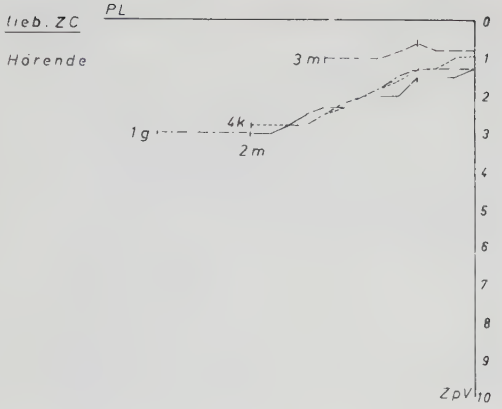
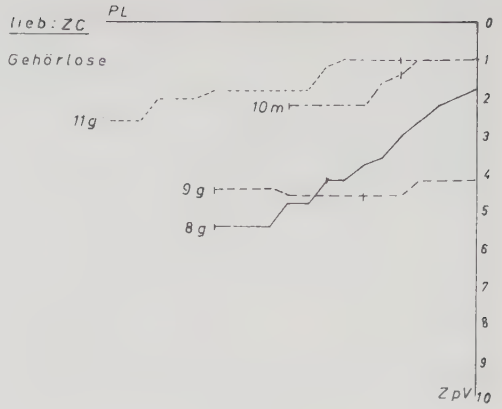
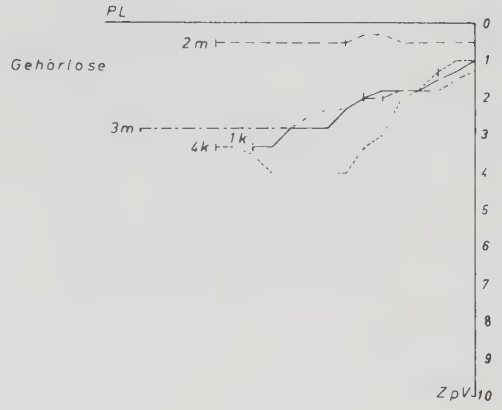

lieb ZA
Horenae
PL
2m
3m
1g
4k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
P.
Gehorlose
2m
1k
3m
4k
ZpV
lieb ZA
Gehor ose
Pl
8g
9g
11g
10m
ZpV
P.
Gehor.ose
7k
5k
6m
ZpV

Abb. 75


lieb. ZC
Hörende
PL
3m
4k
1g
2m
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


lieb: ZC
Gehörlose
PL
11g
10m
9g
8g
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


PL
Gehörlose
2m
3m
4k
1k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

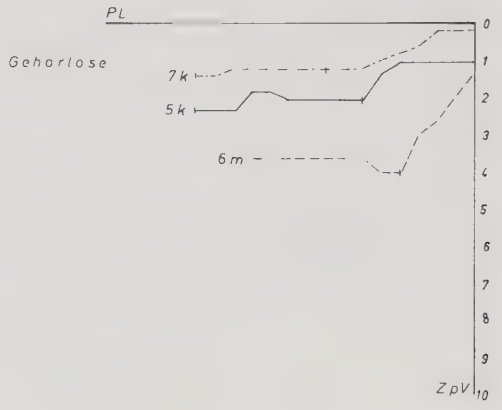
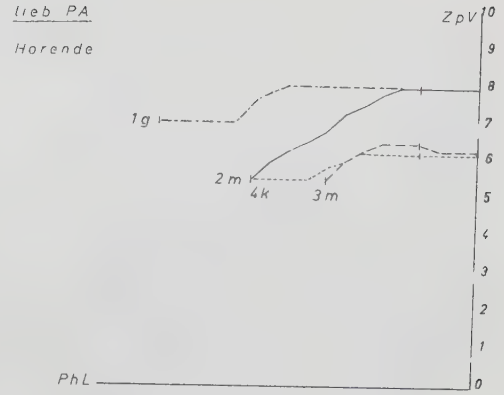
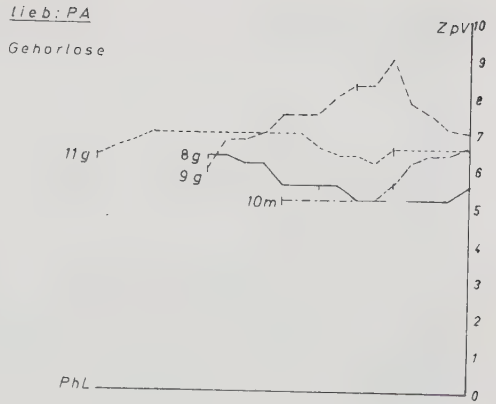
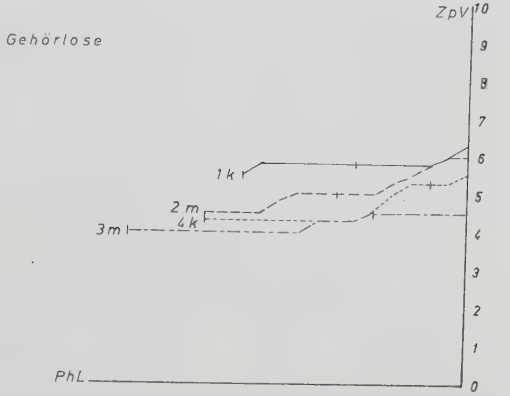

PL
Gehörlose
7k
5k
6m
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 76


lieb PA
Horende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1g
2m
4k
3m
PhL


lieb: PA
Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
11g
8g
9g
10m
PhL


Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
2m
4k
3m
PhL

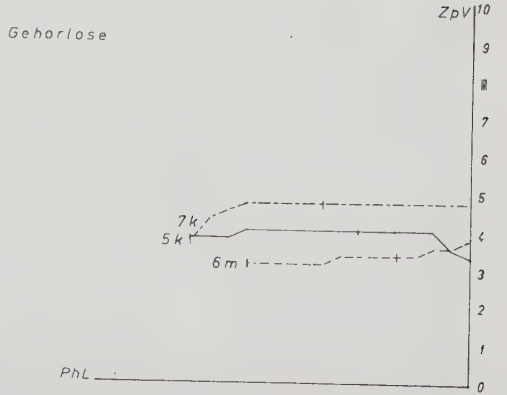
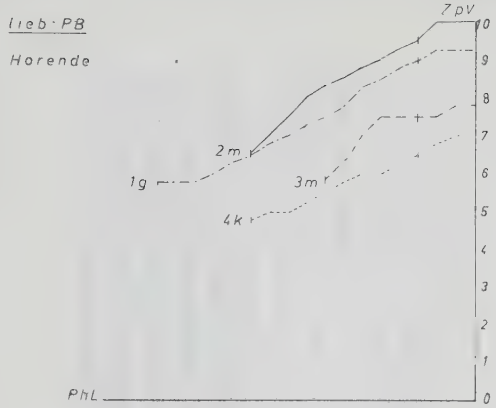
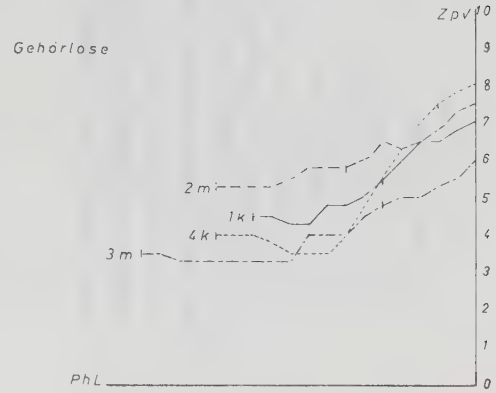
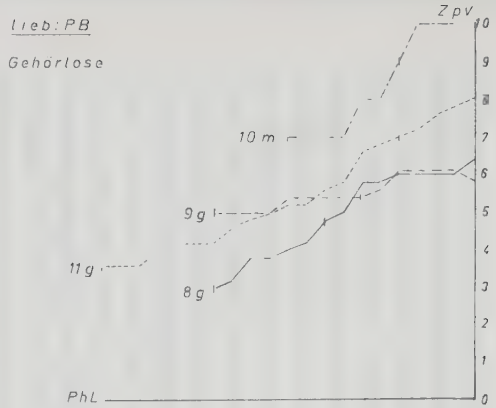

Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7k
5k
6m
PhL

Abb. 77


lieb: PB
Horende
Zpv
2m
1g
3m
4k
PhL


Gehörlose
Zpv
2m
1k
4k
3m
PhL


lieb: PB
Gehörlose
Zpv
10m
9g
11g
8g
PhL

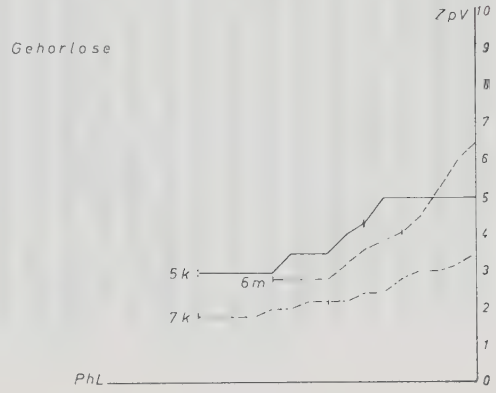
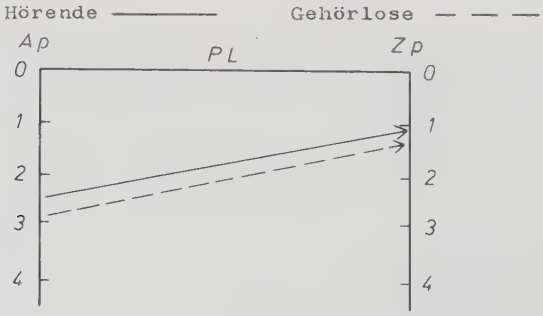

Gehörlose
Zpv
5k
6m
7k
PhL

Abb. 78

gen sind darin zu sehen, daß die Bewegung in Richtung auf die Zielposition zu spät einsetzt und vom größeren Teil dieser Sprecher (vgl. 1k, 2m, 5k, 6m, 7k, 8g), das sind 64 %, verzögert im 2. Segment durchgeführt wird; demnach wird von den Gehörlosen zumindest keine adäquate Koartikulation realisiert. Außerdem ist festzustellen, daß die individuellen Werte der Zielposition bei den Gehörlosen (sie liegen hier zwischen 0,2 und 4,0, bei den Hörenden dagegen zwischen 0,8 und 1,3) viel stärker streuen als bei den Hörenden; bezüglich der geforderten Zielposition wird diese demnach sowohl über- als auch untersteuert. Die Gehörlosen 4k und 6m führen unökonomische Bewegungen aus (Senkungs-Umwege). Bei Berücksichtigung der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition zeigt sich bei den Gehörlosen in etwa derselbe Trend wie bei den Hörenden (vgl. folgende Abb. 79).

Abb. 79: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC



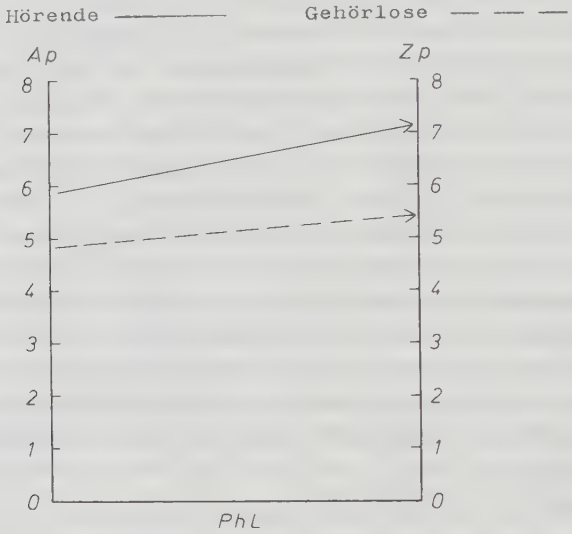
PA : An den Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 77) ist im 1. Segment ein Verlauf steigender Tendenz zu beobachten. Artikulatorisch bedeutet das: dieser Zungenbereich bewegt sich während der apikalen Kontaktphase nach vorn, wodurch der Pharynxraum erweitert wird.

Zum Zeitpunkt der Kontaktlösung ist die Zielposition für den folgenden Vokal schon erreicht; somit liegt hier eine koartikulatorische Bewegung vor.
Auch bei den Gehörlosen zeigt sich überwiegend eine steigende Tendenz im Kurvenverlauf; in zwei Fällen (5k, 8g) tritt die entgegengesetzte (fallende) Bewegungsrichtung auf. Von 6 gehörlosen Sprechern (1k, 2m, 5k, 6m, 8g, 10m), das sind 54 %, wird diese Bewegung allerdings verzögert, hauptsächlich im 2. Segment, ausgeführt; hier liegt demnach keine adäquate Koartikulation vor. Drei Versuchspersonen zeigen unökonomische Bewegungen, denn 8g realisiert den "Steigungs-" und 10m als auch 11g den "Sekungs-Umweg". Aufgrund der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition ist zwar dieselbe Tendenz in der Bewegungsrichtung festzustellen, doch unterscheiden sich deutlich, wie folgende Darstellung zeigt, die Werte für die beobachteten Zeitpunkte. (vgl. Abb. 80)

Im Schnitt zeigen Gehörlose im Vergleich zu den Hörenden eine geringere Bewegungsaktivität; folglich wird auch der erforderliche Wert für die Zielposition nicht erreicht.

PB : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 78) nehmen generell einen Verlauf steigender Tendenz; die entsprechende Bewegung wird zum größeren Teil während des 1. Segmentes (apikale Kontaktphase) durchgeführt. Artikulatorisch gesehen bedeutet das: dieser nicht wesentlich am apikalen Kontakt beteiligte Zungenbereich führt schon während der Kontaktphase die entsprechende Bewegung in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals aus; es handelt sich hier demnach um eine homorgane Koartikulation.
Bei den gehörlosen Sprechern zeigen die Kurven auch

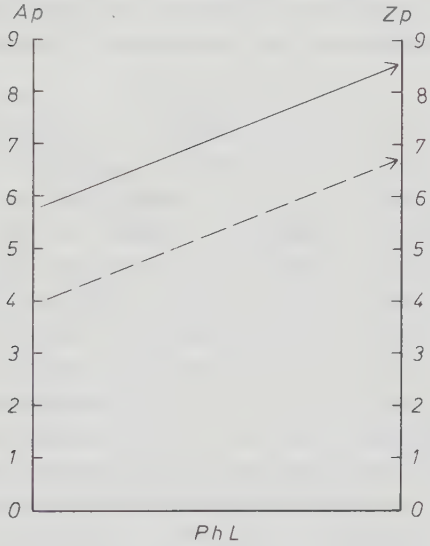
Abb. 80: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA



übereinstimmend einen Verlauf steigender Tendenz; allerdings erfolgt bei ihnen die entsprechende Bewegung zu einem großen Teil erst im 2. Segment (vgl. 1k, 2m, 3m, 6m, 7k, 8g, 9g, 10m), das sind 73 %; demnach wird die Koartikulation nicht adäquat realisiert. Obwohl die Artikulation in diesem Zungenbereich der Tendenz nach annähernd richtig verläuft, ist bei Berücksichtigung der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition festzustellen, daß die gehörlosen Sprecher im Durchschnitt den erforderlichen Wert für die Zielposition des folgenden Vokals nicht erreichen (vgl. folgende Abb. 81).

Abb. 81: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) ist das Ausmaß der Streuung bei den Gehörlosen bedeutend größer als bei den Hörenden. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei den Hörenden vor allem die Werte für die Zielposition des Zungenpunktes (ZC) auffallend wenig streuen (δ = 0,21). Dieser Sachverhalt kann artikulatorisch unter der Annahme interpretiert werden, daß dieser Zungenbereich in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum sehr präzise gesteuert werden muß,

um für das angestrebte akustische Resultat eine adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenpunkte (vermutlich) ein relativ größerer Spielraum zulässig ist. Umsomehr weist die größere Streubreite bei den Gehörlosen (= 0,98) bezüglich dieses Zungenpunktes auf Abweichungen hin, für die artikulatorisch gesehen eine unpräzise Steuerung verantwortlich ist.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsverläufe der betrachteten Zungenpunkte sind bei den Hörenden zeitlich strukturiert; der Hauptteil dieser Bewegungen wird während der apikalen Verschlußphase (1. Segment) durchgeführt. Bei den Gehörlosen wird zwar auch in der Abfolge der Bewegungen eine Struktur sichtbar, sie ist jedoch weniger differenziert, da die Bewegungen der einzelnen Zungenpunkte annähernd gleichzeitig erfolgen, während sie bei den Hörenden versetzt in verschiedenen Phasen ablaufen. Außerdem wird ein großer Teil der Bewegung nicht, wie bei den Hörenden, im 1. Segment, sondern verzögert im 2. Segment ausgeführt. Die Bewegungsverläufe der Gehörlosen zeigen zwar dieselbe Tendenz in der Bewegungsrichtung wie die Hörenden, jedoch wird von ihnen im Mittel nicht die entsprechende Zielposition erreicht. Übertragen auf die Verhältnisse im Artikulationsraum (vgl. Abb. 82) bedeutet dieses: die Zunge führt zwar der Tendenz nach ein annähernd richtiges Artikulationsmuster durch, jedoch wird hierbei das Merkmal "Bewegung nach vorn" zu gering ausgeprägt, so daß eine adäquate Zielposition für den folgenden Vokal nicht erreicht wird. Während der betrachteten Artikulationsphase führen die Gehörlosen eine Kieferbewegung (Schließbewegung) durch, die Hörenden nicht.

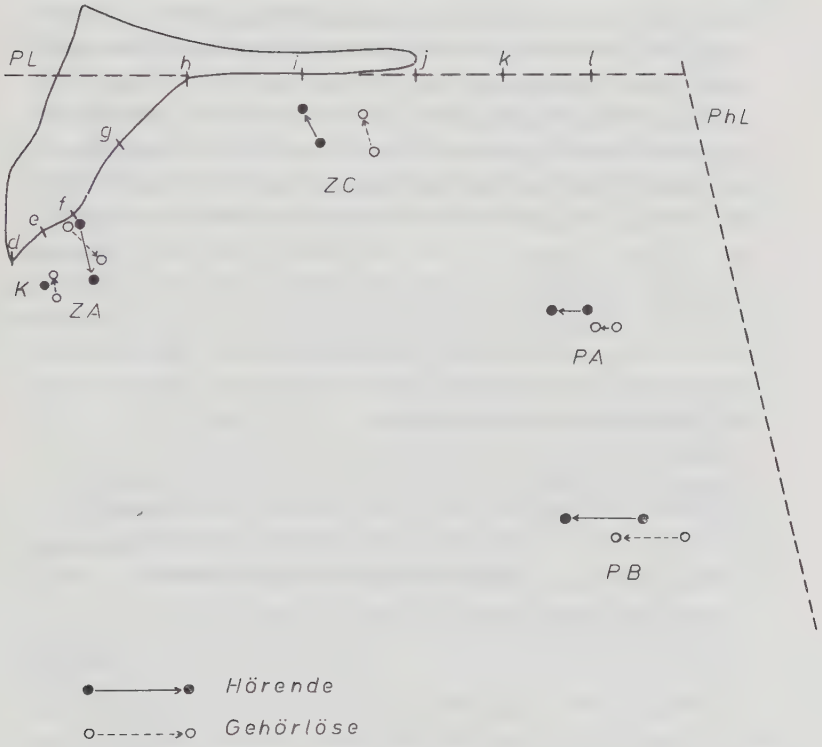


Abb. 82

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase "l" nach "ie"

Koartikulation: Bei den Horenden wird schon während der apikalen Verschlußphase (1. Segment) von dem übrigen Zungenkörper (ZC, PA, PB), welcher nicht primär (wie ZA) an der apikalen Kontaktbildung beteiligt und somit relativ frei in der Antizipation folgender Artikulationen (homorgane Koartikulation) ist, starke Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchgeführt; besonders deutlich werden diese koartikulatorischen Bewegungen an den Zungenpunkten PA und PB. Demgegenüber erfolgt der Bewegungseinsatz bei den Gehörlosen in den meisten Fällen zu spät, weswegen der größere Teil der Bewegung erst im 2. Segment nach der apikalen Kontaktphase erfolgt; außerdem realisieren sie andersartige Bewegungsmuster. Wegen dieser Abweichungen ist die Koartikulation bei den Gehörlosen nur mangelhaft verwirklicht.

Bewegungsökonomie: Bei 64 % der gehörlosen Sprecher (1k, 4k, 5k, 6m, 7k, 9g, 11g) treten während der betrachteten Artikulationsphase unökonomische Bewegungen (überwiegend leichten Grades) auf; am stärksten sind davon die Zungenpunkte ZC und PA betroffen.

4.8. Testwort "spät"

Bei dem Wort "spät" wird die Artikulationsphase "p" nach "ä" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das 1. Segment trägt das Merkmal "Lippenverschluß", während das 2. Segment die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die Kurvenverläufe veranschaulichen die Bewegungen der verschiedenen Zungenpunkte im Zeitabschnitt der aufeinanderfolgenden Segmente. Es zeigt sich, daß die Zunge

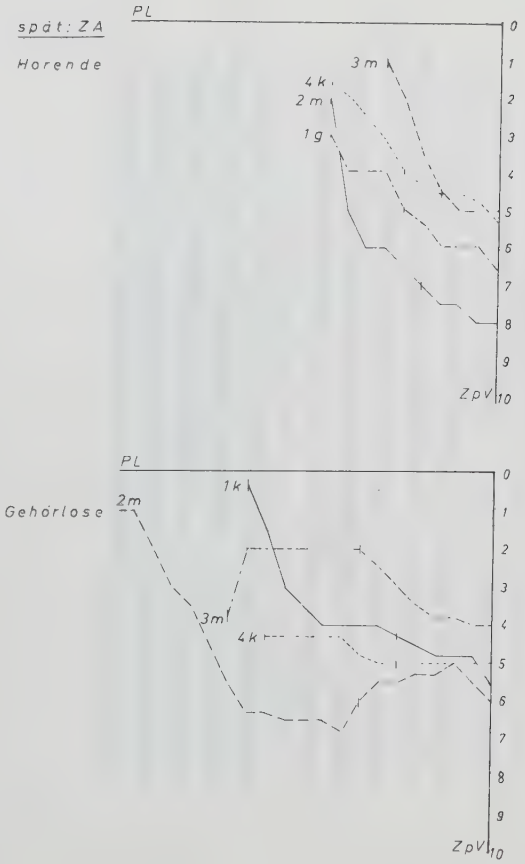
bei den Hörenden schon während der bilabialen Verschlußphase gezielte Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchführt; in dieser antizipierenden Bewegungsausführung verwirklicht sich demnach die koartikulatorische Verflechtung der aufeinanderfolgenden Laute. Im Bewegungsablauf der betrachteten Zungenpunkte wird bei den Hörenden eine Zeitstruktur sichtbar, obwohl an den Zungenpunkten PA und PB bezüglich der Bewegungsphasen eine Variabilität auftritt; diese zeitliche Ordnung kann nach folgendem Schema dargestellt werden:

1. Einsatz der Bewegung von ZA (Ausführung während des 1. und 2. Segmentes),
2. damit gleichzeitig Einsatz der Bewegung von ZC (Ausführung hauptsächlich im 1. Segment),
3. dann Einsatz der Bewegung von PA (Ausführung hauptsächlich in der Mitte des 1. Segmentes),
4. darauf Einsatz der Bewegung von PB (Ausführung hauptsächlich im 2. Segment).

Diese zeitliche Mikrostruktur wird durch folgende graphische Darstellung (s. Abb. 83) veranschaulicht.

Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher weisen an allen Zungenpunkten Abweichungen auf, die im Folgenden dargestellt werden. Außerdem wird von ihnen die bei den Hörenden festgestellte Mikrostruktur im zeitlichen Ablauf der Bewegungen nicht entsprechend realisiert.

ZA : Die Kurven der Hörenden (vgl. Abb. 84) zeigen im 1. und 2. Segment übereinstimmend einen Verlauf fallender Tendenz; d.h. die Zungenspitze bewegt sich während dieses Zeitabschnittes kontinuierlich nach unten. An der Zielposition werden Werte zwischen 5,0 und 8,0 er-


spät: ZA
Horende
PL
3m
4k
2m
1g
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Gehörlose
PL
1k
2m
3m
4k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

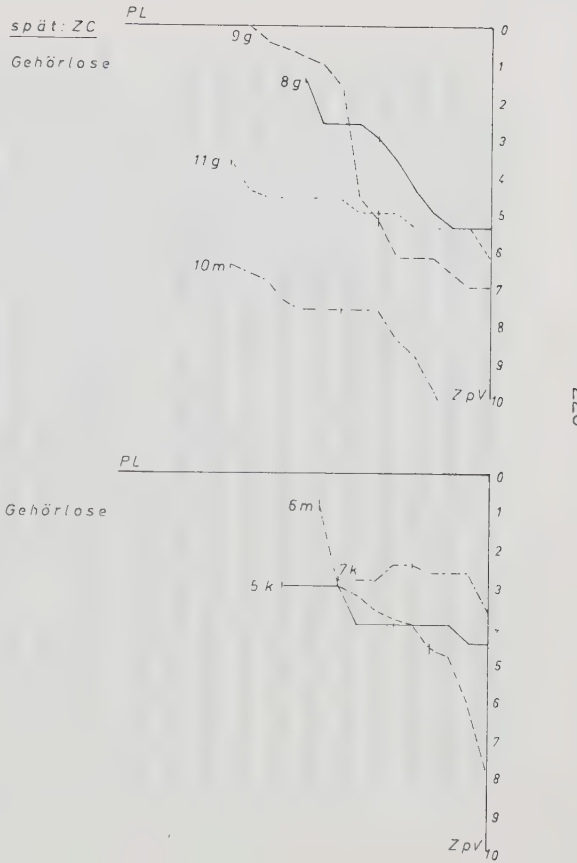
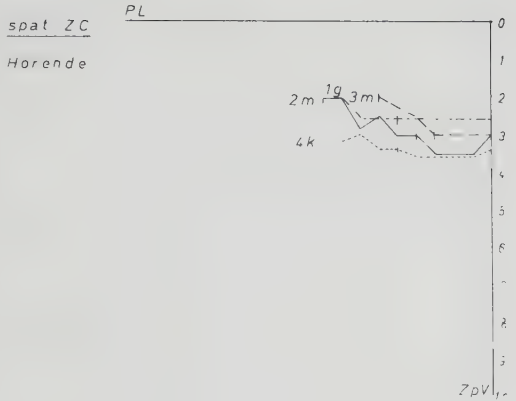
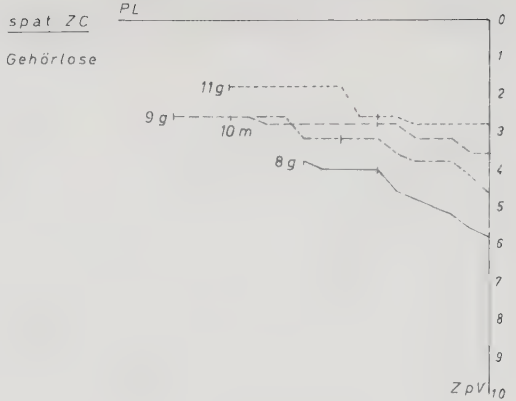
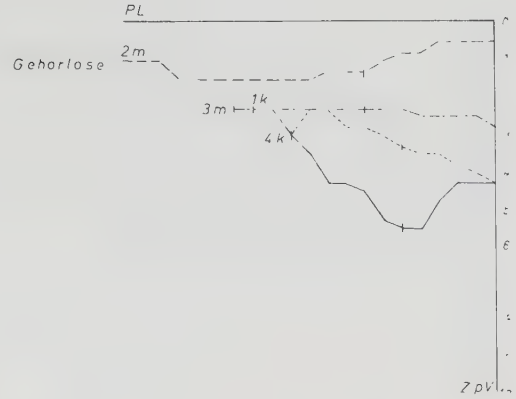

spät: ZC
Gehörlose
PL
9g
8g
11g
10m
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Gehörlose
PL
6m
7k
5k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 84


spat ZC
Horende
PL
2m
1g
3m
4k
ZpV


spat ZC
Gehörlose
PL
11g
9g
10m
8g
ZpV


PL
Gehörlose
2m
3m
1k
4k
ZpV

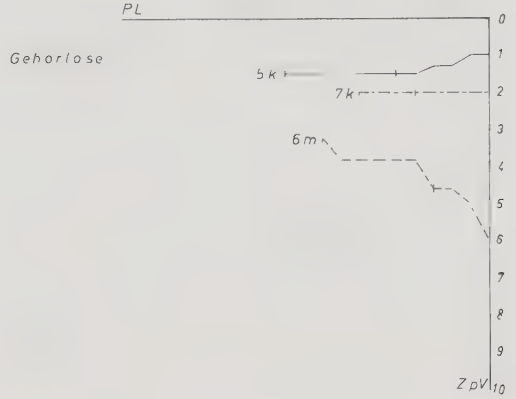
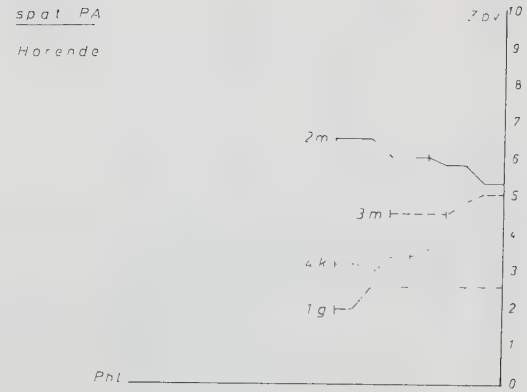
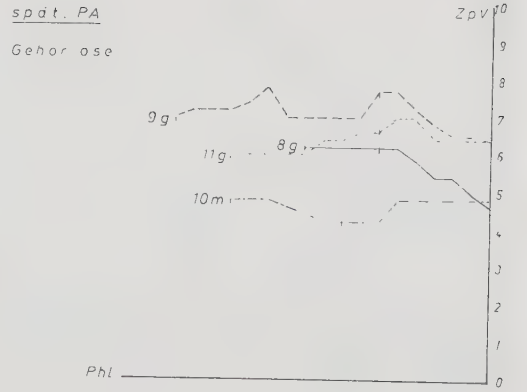
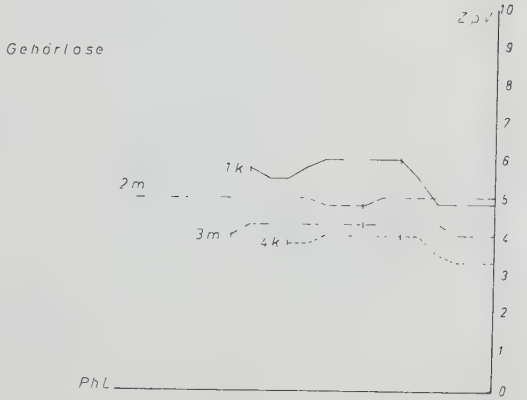

PL
Gehörlose
5k
7k
6m
ZpV

Abb. 85


spät PA
Hörende
Zpv
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2m
3m
4k
1g
Phl


spät. PA
Gehörlose
Zpv
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
9g
11g
8g
10m
Phl


Gehörlose
Zpv
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
2m
3m
4k
PhL

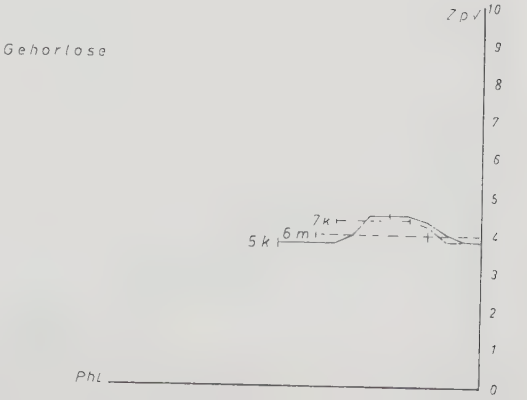
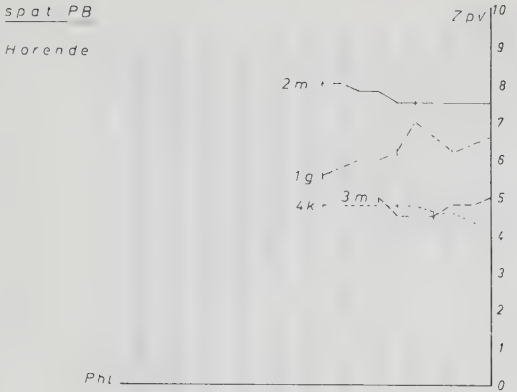

Gehörlose
Zpv
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7k
5k
6m
Phl

Abb. 86


spat PB
Horende
Zpv
2m
1g
4k
3m
Phl

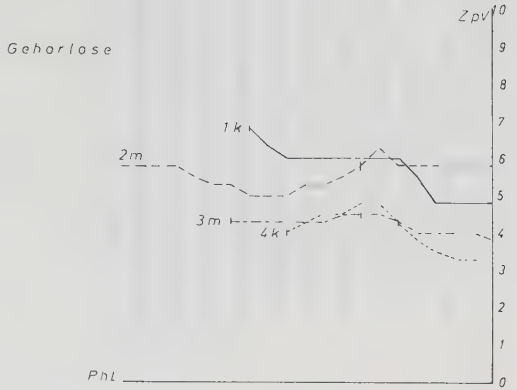
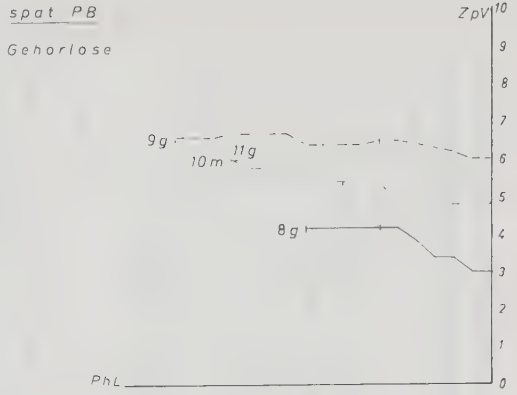

Gehorlose
Zpv
1k
2m
3m
4k
Phl

Abb. 87


spat PB
Gehorlose
Zpv
9g
10m
11g
8g
Phl

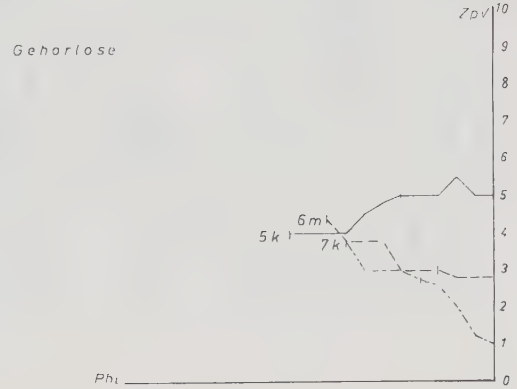
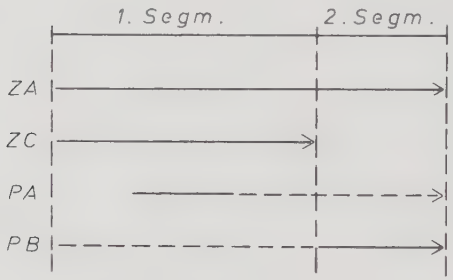

Gehorlose
Zpv
6mk
5k
7k
Phl

Abb. 83: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der verschiedenen Zungenpunkte

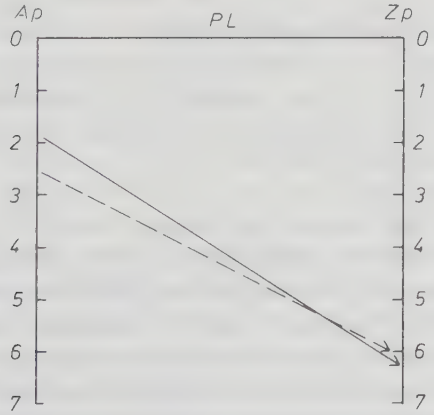


reicht; die Streuung beträgt hier σ = 1,17. Bei den Gehörlosen verlaufen die Kurven auch generell mit fallender Tendenz, jedoch überwiegend diskontinuierlich, da in den Abläufen bei 65 % der Sprecher (1k, 3m, 4k, 5k, 7k, 10m, 11g) längere stationäre Phasen enthalten sind. Dieser Befund kann (möglicherweise) so erklärt werden: während die Hörenden bei der Konsonanten-Vokal-Verbindung "spä" die Zungenspitze, welche an der Lautbildung des "s" wesentlich, aber an der Artikulation des folgenden "p" nicht beteiligt ist, direkt auf die Zielposition des folgenden Vokals hinsteuern, erfolgt dieser Ablauf bei den Gehörlosen in zwei getrennten Schritten, indem zunächst die Zungenspitze während der Lippenverschlußphase aus der Artikulationsstellung des vorhergehenden Konsonanten "s" zurückgenommen, in dieser Stellung zunächst verharrt und dann in einem neuen Bewegungseinsatz auf die Zielposition des folgenden Vokals hingelenkt wird. Gehörlose artikulieren diese Lautfolge also nicht so sehr in koartikulatorischen Verbindungen, sondern viel mehr in isolierten Bewegungsmustern (einzel-

lautlich). An der Zielposition erreichen die gehörlosen Sprecher Werte, die zwischen 3,6 und 11,8 liegen; die Streuung (δ = 1,96) ist demnach bei den Gehörlosen bedeutend größer als bei den Hörenden. Zwei Gehörlose (2m, 3m) zeigen unökonomische Bewegungen. Beim Vergleich der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition der betrachteten Artikulationsphase (vgl. folgende Abb. 88) ist bei den Gehörlosen keine gravierende Abweichung festzustellen.

Abb. 88: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZA

Hörende ———— Gehörlose — — —



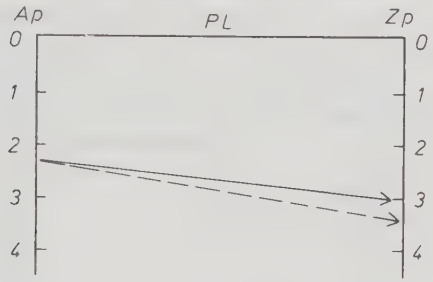
ZC : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 85) zeigen übereinstimmend einen Verlauf fallender Tendenz. Da die Bewegung hauptsächlich im 1. Segment (Lippenverschlußphase) ausgeführt wird, kann diese antizipierende Bewegungsausführung als Koartikulation angesehen werden. An der Zielposition erreichen die Hörenden Werte zwischen

2,6 und 3,4; somit ist die Streuung (σ = 0,28) hier sehr gering.
Auch bei den Gehörlosen verlaufen die Kurven überwiegend mit fallender Tendenz, nur zwei Sprecher (2m, 5k) realisieren die entgegengesetzte (steigende) Tendenz. Während die Hörenden den größten Teil der Bewegung in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals im 1. Segment ausführen (Koartikulation), liegt dieser bei den Gehörlosen vorwiegend im 2. Segment; somit ist bei den Gehörlosen die koartikulatorische Bewegungsausführung nicht so stark ausgeprägt. In der Zielposition liegen die Werte bei den Gehörlosen zwischen 0,5 und 6,0 (M_G = 3,43); die Streuung (σ = 1,72) ist demnach bei den Gehörlosen bedeutend größer als bei den Hörenden. Die Kurven der gehörlosen Sprecher (1k, 4k) enthalten unökonomische Bewegungsphasen. Beim Vergleich der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition der betrachteten Artikulationsphase (vgl. folgende Abb. 89) ist bei den Gehörlosen keine gravierende Abweichung festzustellen.

PA : An den Kurvenverläufen (vgl. Abb. 86) dieses Zungenpunktes ist bei den Hörenden kein eindeutig vorherrschendes Merkmal festzustellen. Hinsichtlich der Bewegungsrichtung überwiegt zwar die steigende Tendenz (75 %), doch realisiert ein Sprecher auch die entgegengesetzte (fallende) Tendenz. Weiterhin ist zu beobachten, daß vorwiegend im 1. Segment die Bewegung ausgeführt wird; demnach handelt es sich hier um eine koartikulatorische Bewegung. An der Zielposition streuen die Werte relativ stark.
Bei den Gehörlosen überwiegt im Gegensatz zu den Hörenden die fallende Bewegungstendenz, d.h. bei ihnen verengt sich der Pharynxraum, während er sich bei den Hö-

Abb. 89: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC

Hörende ———— Gehörlose — — —

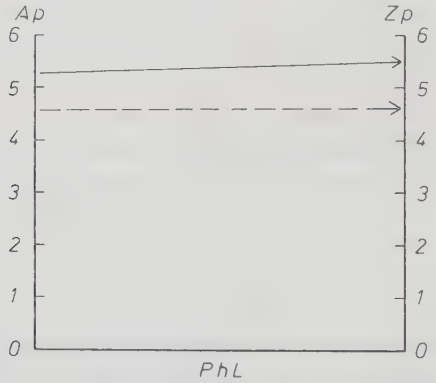


renden erweitert. Wiederum fällt auf, daß die Bewegung in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals bei den Gehörlosen hauptsächlich im 2. Segment stattfindet, wohingegen sie bei den Hörenden hauptsächlich im 1. Segment vorhanden ist; demnach wird von den Gehörlosen die Koartikulation nicht entsprechend realisiert. Die Werte an der Zielposition streuen bei den Gehörlosen ähnlich wie bei den Hörenden. Die Kurven der gehörlosen Sprecher (1k, 5k, 9g, 10m, 11g) enthalten unökonomische Bewegungsphasen. Beim Vergleich der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition der betrachteten Artikulationsphase (vgl. folgende Abb. 90) ist bei den Gehörlosen keine gravierende Abweichung festzustellen.

PB : Die Kurven der vier hörenden Sprecher (vgl. Abb. 87) verlaufen relativ uneinheitlich: zwei Sprecher (2m, 4k) zeigen bezüglich der Bewegungsrichtung eine fallende, die übrigen (1g, 3m) eine steigende Tendenz. Im Zeitabschnitt beider Segmente sind Bewegungen zu beobachten, jedoch liegt der größere Bewegungsanteil im 2. Segment.

Abb. 90: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA

Hörende ———— Gehörlose — — —



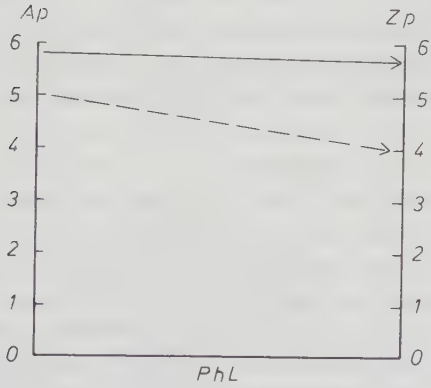
An der Zielposition liegen die Werte zwischen 4,2 und 7,5 (M_H = 5,68); folglich ist die Streuung (σ_H = 1,23) relativ groß.

Bei den Gehörlosen verlaufen die Kurven überwiegend mit fallender Tendenz (82 %); zwei Sprecher realisieren die entgegengesetzte, steigende Tendenz. Da die Kurvenverläufe der Hörenden bezüglich der verschiedenen Merkmale relativ stark variieren, sind wegen dieser Vergleichsbasis an den Kurvenverläufen der Gehörlosen, welche eine ähnliche Variabilität aufweisen, keine Abweichungen festzustellen. An der Zielposition erreichen die Gehörlosen allerdings Werte, die zwischen 1,0 und 6,0 liegen (M_G = 4,0); demnach ist auch die Streuung (σ_G = 1,42) bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden. Die Kurven der gehörlosen Sprecher (2m, 4k, 11g)

enthalten unökonomische Bewegungsphasen. Beim Vergleich der Mittelwerte (vgl. Abb. 91) für die Ausgangs- und Zielposition der betrachteten Artikulationsphase ist festzustellen, daß die Gehörlosen im Durchschnitt bei weitem nicht den Wert der Hörenden erreichen; d.h. der Abstand zwischen der Pharynxwand und des Zungenpunktes (PB) ist im Vergleich zu den Hörenden zu gering.

Abb. 91: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) ist das Ausmaß der Streuung bei den Gehörlosen zum Teil bedeutend größer als bei den Hörenden. Beim Vergleich der Werte fällt auf, daß bei den Hörenden vor allem die Werte für die Zielposition des Zungenpunktes (ZC) sehr wenig streuen ($_{H}$ = 0,28). Es ist anzunehmen, daß dieser

Zungenbereich in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum sehr präzise gesteuert werden muß, um für das angestrebte akustische Resultat eine adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenpunkte ein relativ größerer Spielraum zulässig ist. Bei den Gehörlosen streuen aber gerade diese Werte besonders stark ($_{G}$ = 1,72); diese Feststellung weist demnach auf Abweichungen bezüglich der dorsalen Zungenlage hin, wonach artikulatorisch gesehen eine unpräzise Steuerung vorliegt.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsverläufe der betrachteten Zungenpunkte sind bei den Hörenden zeitlich strukturiert; der Hauptteil dieser Bewegungen wird während der bilabialen Verschlußphase (1. Segment) durchgeführt. Bei den Gehörlosen wird zwar auch in der Abfolge der Bewegungen eine Struktur sichtbar, sie enthält aber eine andere zeitliche Ordnung, da die Bewegungen der Zungenpunkte (ZC u. PA) nicht wie bei den Hörenden im 1. Segment, sondern erst im 2. Segment erfolgen. Wie aus der Abbildung (vgl. Abb. 92) hervorgeht, zeigen die Bewegungsverläufe der Gehörlosen zwar dieselbe Tendenz in der Bewegungsrichtung wie die Hörenden, jedoch wird von ihnen im Mittel hinsichtlich der Zungenpunkte PA und PB nicht die entsprechende Zielposition erreicht. Übertragen auf die Verhältnisse im Artikulationsraum bedeutet dieses: die Zunge führt zwar der Tendenz nach ein annähernd richtiges Artikulationsmuster durch, jedoch wird hierbei das Merkmal "Bewegung nach vorn" bei PA zu gering und bei PB das Merkmal "Bewegung nach hinten" zu stark ausgeprägt, so daß eine adäquate Zielposition für den folgenden Vokal nicht erreicht wird. Während der betrachteten Artikulationsphase führen die Gehörlosen eine stärkere Kieferbewegung (Öffnungsbewegung) durch als die Hörenden.

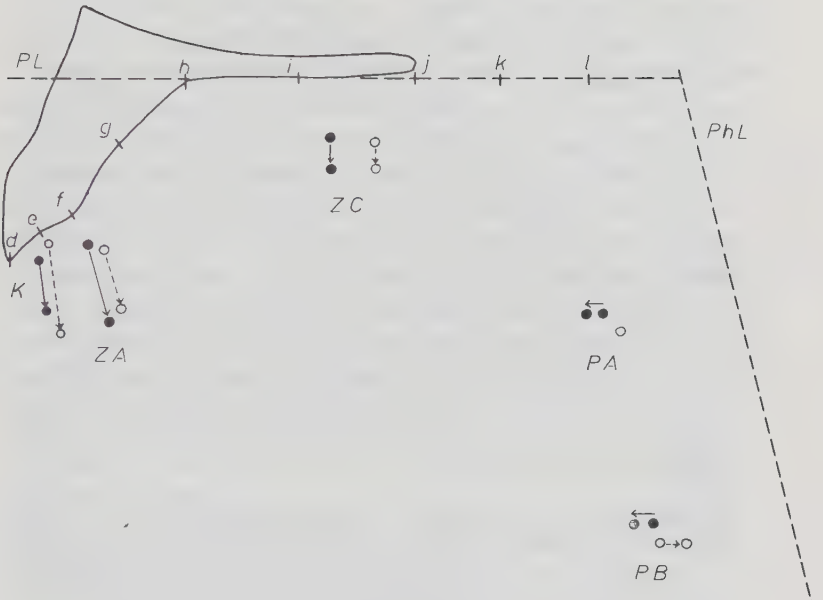


Abb. 92

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase "p" nach "ä"

Koartikulation: Während der bilabialen Verschlußphase (1. Segment) des Lautes "p" führt die Zunge bei den Hörenden den größten Teil der Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durch; bei dieser antizipierenden Bewegungsausführung in der Realisierungsphase eines vorhergehenden Lautes handelt es sich um eine "heterorgane" Koartikulation. Auch bei den Gehörlosen kommen während der bilabialen Verschlußphase Bewegungen an den verschiedenen Zungenpunkten vor. Diese sind aber zum Teil bezüglich der zu erreichenden Position nicht zielgerichtet und die verschiedenen Bewegungseinsätze vor allem an den Zungenpunkten ZC und PA erfolgen generell zu spät, so daß der Hauptteil der Bewegung verzögert im 2. Segment durchgeführt wird. Aufgrund dieses Sachverhaltes kann generell geschlossen werden, daß die Gehörlosen diese Lautfolge nicht so stark koartikulatorisch verbinden wie die Hörenden.
Berücksichtigt man ferner die im Vergleich zu den Hörenden erreichten abweichenden Zielpositionen, so muß das akustische Resultat dieser inadäquaten Artikulation der Sprechverständlichkeit abträglich sein.

Bewegungsökonomie: Bei 73 % der gehörlosen Sprecher (1k, 2m, 3m, 4k, 5k, 9g, 10m, 11g) treten während der betrachteten Artikulationsphase unökonomische Bewegungen auf; davon ist der Zungenpunkt PA am stärksten betroffen.

4.9 Testwort "schön"

Bei dem Wort "schön" wird die Artikulationsphase von "sch" nach "ö" dargestellt; diese besteht aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "apikale Engebildung", während das zweite die Phase von der Engelösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. [1]
Die Kurvenverläufe (s. Abb. 93, 94, 95, 96) veranschaulichen die Bewegungen der verschiedenen Zungenpunkte im Zeitabschnitt dieser aufeinanderfolgenden Segmente.
Bezüglich dieser Verläufe ist bei den Hörenden festzustellen, daß die Kurven der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA) im 1. Segment, während der apikalen Engebildung, überwiegend parallel verlaufen; nur bei PB sind Bewegungen geringen Grades zu beobachten. Artikulatorisch gesehen bedeutet dieses, daß die Zunge während des 1. Segmentes nur in ganz geringem Maße koartikulatorische Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals ausführt.
Eine bestimmte Zeitstruktur tritt in dieser Artikulationsphase nicht deutlich hervor.
Abgesehen vom Zungenpunkt (ZA) zeigen die anderen (ZC, PA, PB) in dieser Artikulationsphase nur eine geringe Bewegungsaktivität; diese Erscheinung hängt (vermutlich) damit zusammen, daß die dorsale und "pharyngale" Zungenstellung für die Realisierung des Lautes "sch" sich in der Nähe der Zielposition des folgenden Vokals befindet und somit keine größere Bewegung notwendig ist.

---

1) Das 1. Segment konnte bei den Gehörlosen nicht immer eindeutig bestimmt werden, da häufig die apikale Engebildung nicht realisiert wurde; in diesen Fällen wurden Ersatzkriterien hinzugenommen, wie z.B. die dorsale Engebildung, Enge- oder Verschlußbildung durch den Unterkiefer bei gleichzeitiger Ruhestellung der Zunge und Velumverschluß.

Abweichungen treten bei den gehörlosen Sprechern an den Zungenpunkten (ZA, ZC, PA, PB) auf, welche im Folgenden dargestellt werden.

ZA : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 93) verlaufen im 1. Segment überwiegend linear, und zwar im Wertebereich von 0,8 bis 2,0; d.h. die Zungenspitze (ZA) realisiert in dieser Phase die apikale Engebildung an der oberen Alveolen. Mit dem Beginn des 2. Segmentes fallen die Kurven stark ab; die Zungenspitze bewegt sich also abrupt nach unten und erreicht am Ende dieses Segmentes Positionen, die bezüglich ihrer Werte (zwischen 2,0 und 7,0) relativ stark streuen.
Die gehörlosen Sprecher realisieren überwiegend einen ähnlichen Bewegungsablauf wie die Hörenden. Starke Abweichungen treten im 1. Segment bezüglich der Positionswerte für die Zungenspitze (ZA) auf: während diese bei den Hörenden zwischen 0,8 und 2,0 liegen und als adäquat für die apikale Engebildung angesehen werden müssen, liegen sie bei den Gehörlosen zwischen 0,3 und 4,5; tatsächlich erreichen 55 % von ihnen weit höhere Werte als den höchsten Wert von 2,0 bei den Hörenden; von diesen Gehörlosen (3m, 4k, 5k, 9g, 10m, 11g) wird demnach keine apikale Enge gebildet. Andrerseits wird von drei anderen gehörlosen Sprechern (1k, 6m, 7k) eine extrem kleine apikale Enge realisiert, indem sie Werte unter 0,4 erreichen. Von nur zwei Gehörlosen (2m, 8g), das sind 18 %, wird wie von den Hörenden die apikale Enge an den oberen Alveolen ähnlich gebildet. Bei der Versuchsperson 4k ist eine unökonomische Bewegungsphase vom Typ "Steigungs-Umweg" zu beobachten. Den Mittelwerten für die Ausgangs- und Zielposition entsprechend ergeben sich bezüglich des Bewegungsablaufes zwischen Hörenden und Gehörlosen folgende Unterschiede (vgl. folgende Abb. 97):

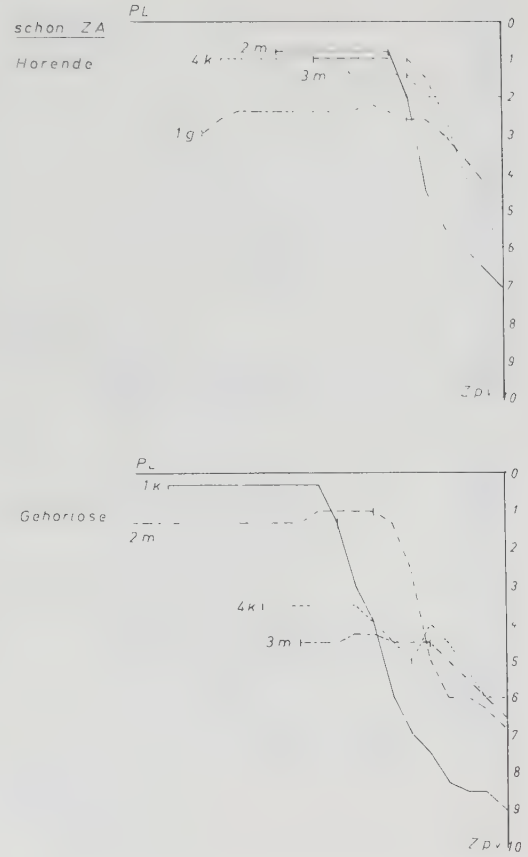
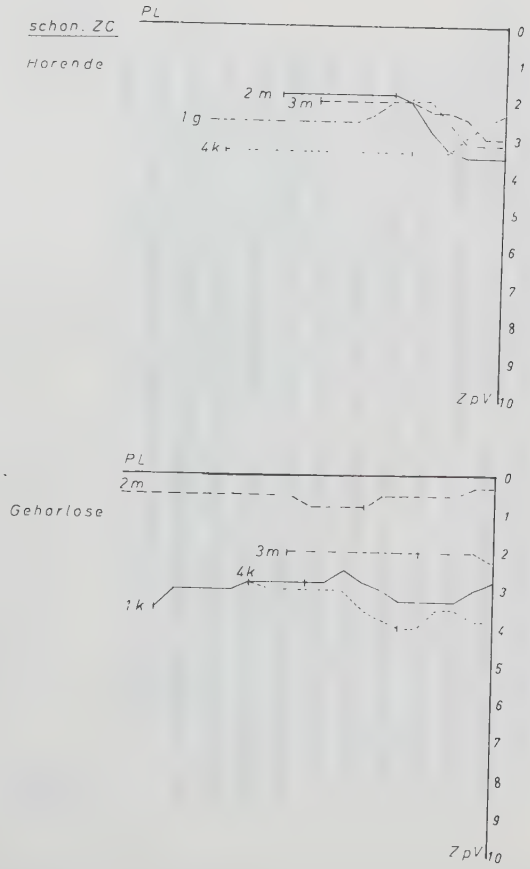

schon ZA
Horende
PL
4k
2m
3m
1g
Zpv
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
schon ZA
Gehorlose
PL
8g
9g
11g
10m
Zpv
Gehorlose
PL
1k
2m
4k
3m
Zpv
Gehorlose
7k
6m
5k
Zpv

Abb. 93


schon. ZC
Horende
PL
2 m
3 m
1 g
4 kr
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Geharlose
PL
2m
3m
4k
1k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

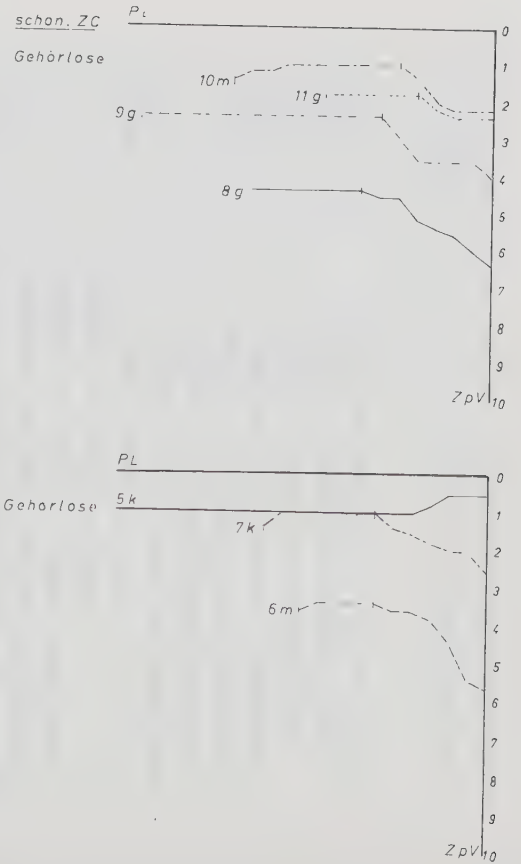
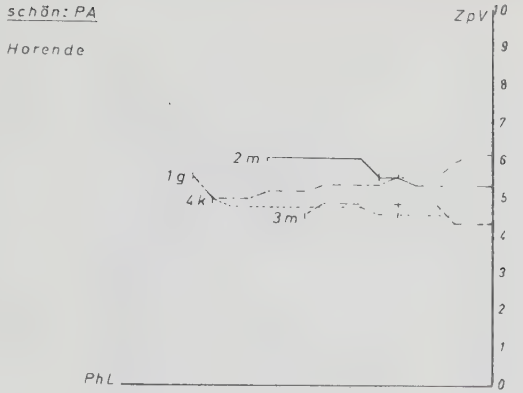
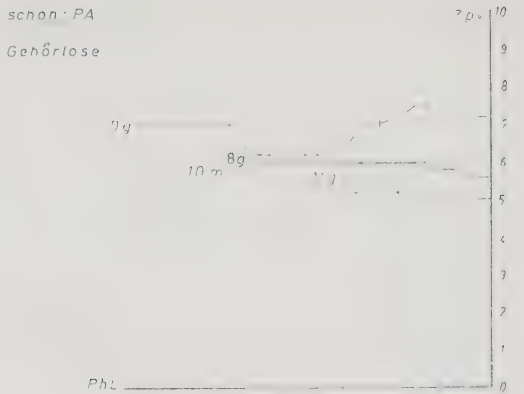
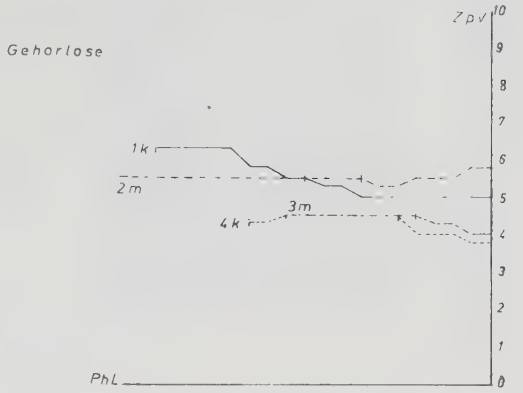

schon. ZC
Gehörlose
PL
10m
11g
9g
8g
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Gehorlose
PL
5k
7k
6m
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 94


schön: PA
Horende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2m
1g
4k
3m
PhL


schon: PA
Gehörlose
8g
10m
PhL


Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
2m
3m
4k
PhL

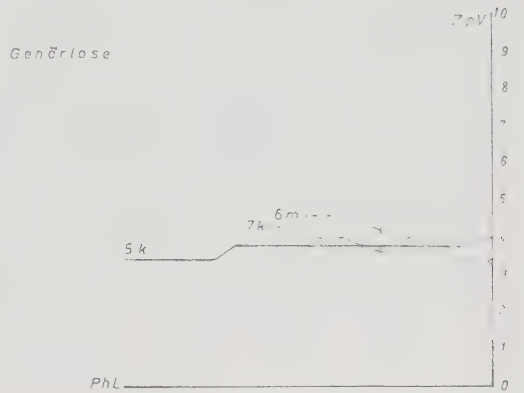
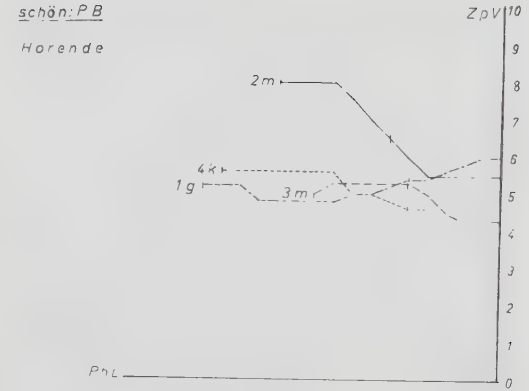
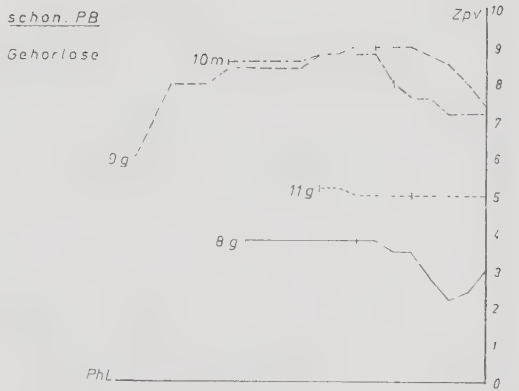
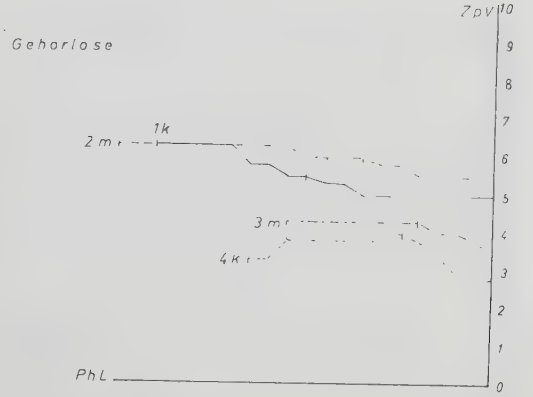

Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6m
5k
PhL

Abb. 95


schön: PB
Horende
ZpV
2m
4k
1g
3m
PhL


schon. PB
Gehorlose
ZpV
10m
9g
11g
8g
PhL


Gehorlose
ZpV
1k
2m
3m
4k
PhL

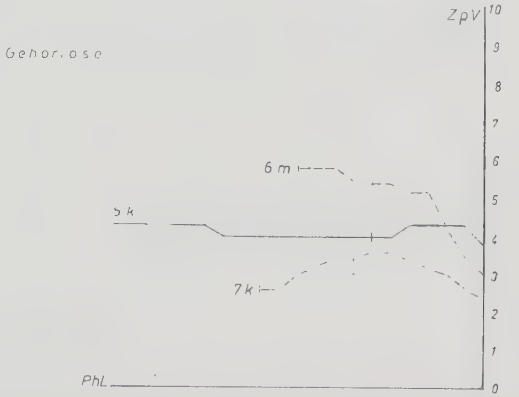
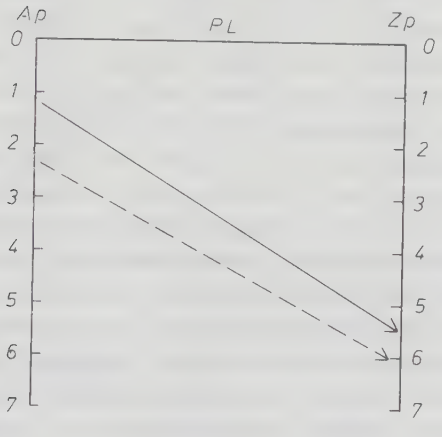

Gehor.ose
ZpV
6m
5k
7k
PhL

Abb. 96

Abb. 97: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZA

Hörende ———— Gehörlose — — —



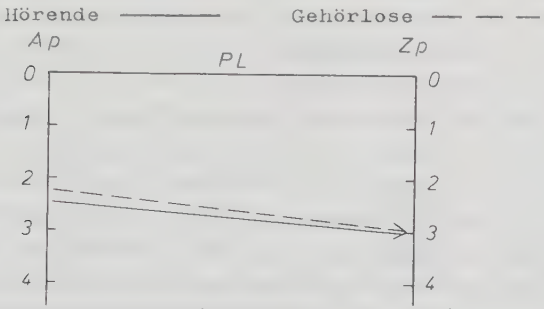
Am Ausgangspunkt (Ap) liegt der Wert bedeutend tiefer, d.h. die Zungenspitze liegt im Mittel zu tief; im Abschnitt wird also die apiko-alveolare Enge nicht entsprechend realisiert.

ZC : Bei den Hörenden verlaufen die Kurven (vgl. Abb. 94) wiederum im 1. Segment überwiegend linear; in dieser Phase wird folglich keine Bewegung durchgeführt. Erst im 2. Segment setzt eine Bewegung in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals ein; dabei wird in der Mehrzahl (zu 75 %) eine Bewegung mit fallender Tendenz realisiert, d.h. der dorsale Zungenbereich senkt sich. An der Zielposition werden Werte zwischen 2,4 und 3,5 erreicht; demnach liegt hier nur eine re-

lativ geringe Streuung vor.
Die Kurven der gehörlosen Sprecher verlaufen im 1. Segment auch überwiegend linear, allerdings fällt auf, daß sie bezüglich ihrer Lage viel stärker streuen als bei den Hörenden. Während sie nämlich bei letzteren im Wertebereich von 1,8 und 3,4 liegen, befinden sie sich bei den Gehörlosen im Wertebereich von 0,5 und 4,4. Ausgehend von diesen Positionen fallen die Kurven in der Mehrzahl der Fälle und erreichen Werte an der Zielposition, die wiederum sehr viel stärker streuen (sie liegen zwischen 0,3 und 6,4) als bei den Hörenden (hier liegen sie zwischen 2,4 und 3,5). Die adäquate Zielposition wird etwa von 45 % der gehörlosen Sprecher (1k, 3m, 7k, 10m, 11g) erreicht. Von den übrigen Gehörlosen wird die Zielposition in vier Fällen (ek, 6m, 8g, 9g) untersteuert, in zwei Fällen (2m, 5k) stark übersteuert. Aufgrund der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition (vgl. folgende Abb. 98) wird bei den Gehörlosen im Durchschnitt keine gravierende Abweichung hinsichtlich des Bewegungsablaufes sichtbar.

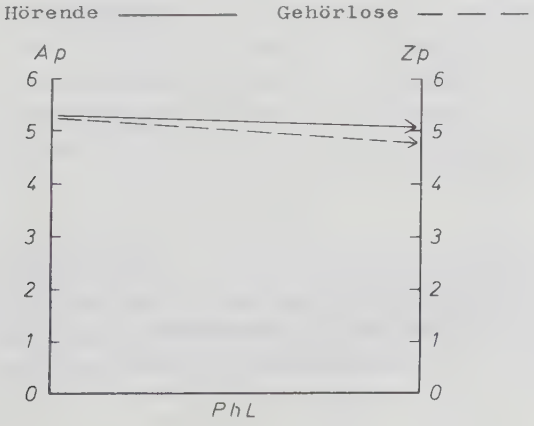
PA : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 95) zeigen in ihrem Verlauf kein einheitliches Bild; im 1. Segment überwiegt ein linearer (bei 1g, 2m, 3m) und im 2. Segment der fallende (2m, 3m) und steigende (4k) Verlauf. Der Tendenz nach bewegt sich der hintere Zungenbereich gegen die Pharynxwand. Die erreichten individuellen Werte an der Zielposition liegen zwischen 4,3 und 6,2, demnach ist die Streuung nicht sehr groß. Bei den Gehörlosen zeigen die Kurven im 1. Segment in der Mehrzahl auch einen linearen Verlauf. Stärkere Bewegungen sind nur bei zwei Gehörlosen (1k, 9g) zu beobachten. Der Tendenz nach realisieren die Gehörlosen wie auch die Hörenden eine fallende Bewegungsrichtung, d.h.

Abb. 98: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes ZC



der hintere Zungenbereich bewegt sich auf die Pharynxwand zu. Von einem gehörlosen Sprecher (9g) wird eine starke unökonomische Bewegung (Senkungs-Umweg) durchgeführt. Wie aus der folgenden Darstellung (vgl. folgende Abb. 99) hervorgeht, wird unter Berücksichtigung der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition keine gravierende Abweichung hinsichtlich des Bewegungsablaufes sichtbar.

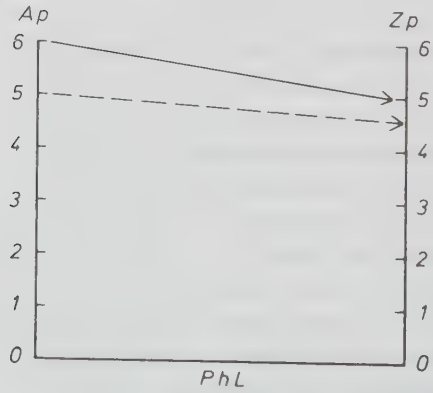
Abb. 99 : Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PA



PB : Bei den Hörenden (vgl. Abb. 96) sind sowohl im 1. als auch im 2. Segment anhand der Kurvenverläufe Bewegungen zu beobachten. Hierbei überwiegt die Bewegung (fallender Kurvenverlauf) in Richtung auf die Pharynxwand. An der Zielposition werden Werte zwischen 4,0 und 6,0 ($\acute{o}$ = 0,83) erreicht.
Auch bei den Gehörlosen überwiegt der fallende Kurvenverlauf. Die Werte an der Zielposition liegen bei ihnen zwischen 2,4 und 7,4 ($\acute{o}$ = 1,76); demnach ist die Streuung bei den Gehörlosen sehr viel größer als bei den Hörenden. Die gehörlosen Sprecher (4k, 7k, 8g, 9g) führen unökonomische Bewegungen aus. Die Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition (vgl. folgende Abb. 100) zeigen bezüglich des Bewegungsablaufes bei den Gehörlosen keine gravierenden Abweichungen von denen der hörenden Sprecher.

Abb. 100: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB

Hörende ———— Gehörlose — — —



Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Artikulationsphase ist das Ausmaß der Streuung an den Zungenpunkten (ZC, PA, PB) bei den Gehörlosen bedeutend größer als bei den Hörenden. Beim Vergleich der Werte fällt auf, daß bei den Hörenden vor allem die Werte für die Zielposition des Zungenpunktes (ZC) nur sehr gering streuen (σ = 0,40). Dieser Sachverhalt ist (möglicherweise) so zu erklären, daß dieser Zungenbereich in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum sehr präzise gesteuert werden muß, um für das angestrebte akustische Resultat, eine adäquate Hohlraumgestaltung, zu erzielen, wohingegen für andere Zungenpunkte ein relativ größerer Spielraum zulässig ist. Umsomehr weist die größere Streubreite bei den Gehörlosen (σ = 1,79) auf Abweichungen hin, für die artikulatorisch gesehen eine unpräzise Steuerung verantwortlich ist.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsverläufe der betrachteten Zungenpunkte zeigen bei den Gehörlosen überwiegend die gleiche Bewegungsrichtung wie bei den Hörenden. Diese relativ große Übereinstimmung bezüglich der Artikulationsmuster bestätigt auch folgende Abbildung (vgl. Abb. 101), die unter Berücksichtigung der Mittelwerte die Bewegungsverläufe der Zungenpunkte im Artikulationsraum darstellt. Die Kieferbewegung (Öffnungsbewegung) ist bei den Gehörlosen allerdings bedeutend größer als bei den Hörenden.

Koartikulation: Bei den Hörenden zeigt sich während des ersten Segmentes nur eine geringfügige koartikulatorische Bewegung beim Zungenpunkt (PB), eine deutliche Abweichung ist bei den Gehörlosen nicht festzustellen.

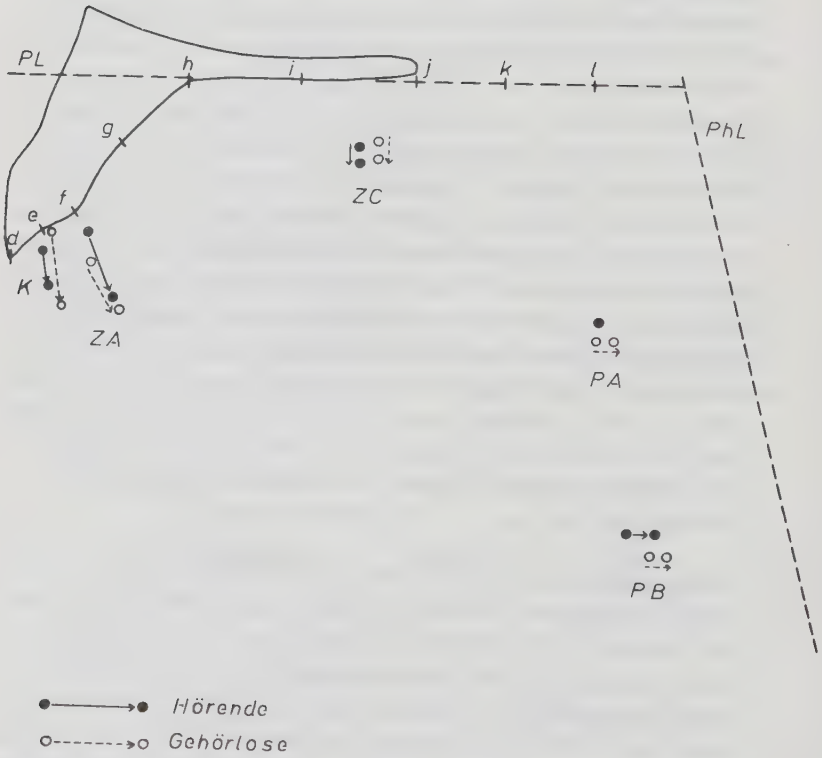


Abb. 101

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase von "sch" nach "ö"

Bewegungsökonomie: Bei 55 % der Gehörlosen (1k, 4k, 7k, 8g, 9g, 11g) treten während der betrachteten Artikulationsphase unökonomische Bewegungen auf.

4. 10 Testwort "Tür"

Bei dem Wort "Tür" wird die Artikulationsphase "T" nach "ü" dargestellt; diese besteht nach der in dieser Untersuchung verwendeten Segmentierungsmethode aus zwei Segmenten: das erste trägt das Merkmal "apikaler Verschluß", während das zweite die Phase von der Verschlußlösung bis zur Zielposition des folgenden Vokals umfaßt. Die Kurvenverläufe (s. Abb. 102, 103, 104, 105) veranschaulichen die Bewegungen der verschiedenen Zungenpunkte im Zeitabschnitt dieser aufeinanderfolgenden Segmente. Bei den Hörenden zeigt sich, daß die übrigen Zungenbereiche (ZC, PA, PB), die nicht primär an der apikalen Verschlußbildung beteiligt sind, schon während dieser Verschlußphase (1. Segment) entsprechende (gezielte) Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchführen; dementsprechend verwirklicht sich in dieser Erscheinung die koartikulatorische Verflechtung der aufeinanderfolgenden Laute.

In dem Bewegungsablauf der betrachteten Zungenpunkte wird eine Zeitstruktur sichtbar, obwohl an den Zungenpunkten ZC und PA bezüglich der Bewegungsphasen eine größere Variabilität unter den hörenden Sprechern auftritt. Diese zeitliche Ordnung kann nach folgendem Schema dargestellt werden:

1. zuerst Einsatz der Bewegung von PB (Ausführung während des 1. und 2. Segmentes);
2. gleichzeitiger Einsatz der Bewegung von PA (Ausführung von den Sprechern etwa im ersten Drittel

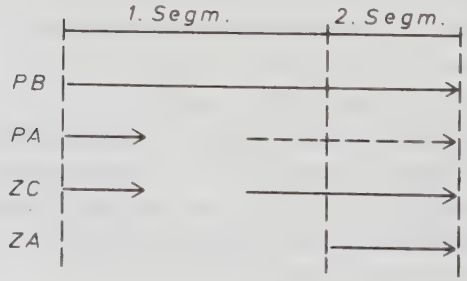
des 1. Segmentes), nach kurzer stationärer Phase wiederum Einsatz der Bewegung bei den Sprechern 1g und 3m (Ausführung vom letzten Drittel des 1. bis zum Ende des 2. Segmentes);

3. damit gleichzeitiger Einsatz der Bewegung von ZC Ausführung der Bewegung etwa im ersten Drittel des 1. Segmentes von den Sprechern 1g, 2m und 4k), nach kurzer stationärer Phase wieder Einsatz der Bewegung bei 1g, 3m und 4k (Ausführung der Bewegung vom letzten Drittel des 1. bis etwa zum Ende des 2. Segmentes;

4. schließlich Einsatz der Bewegung von ZA (Ausführung der Bewegung während des 2. Segmentes).

Diese zeitliche Mikrostruktur wird durch folgende graphische Darstellung veranschaulicht:

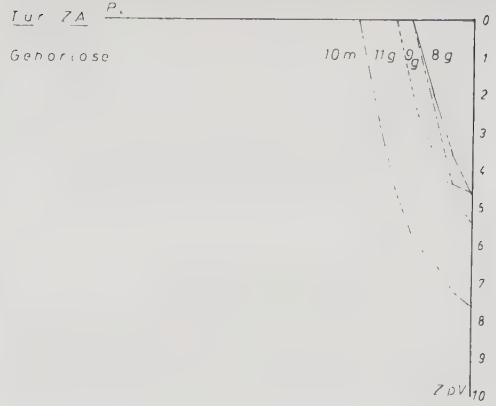
Abb. 106: Zeitliche Mikrostruktur im Bewegungsablauf der Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB)

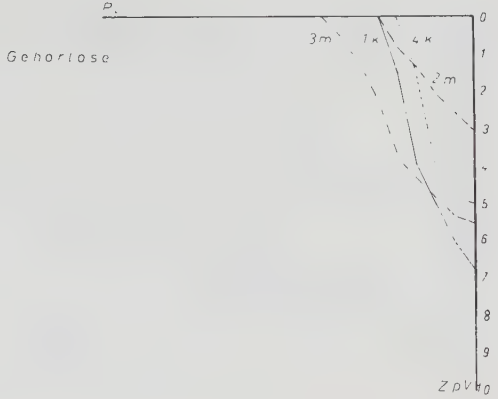


1)

1) Es ist nicht auszuschließen, daß die erste Bewegungsphase von PA und ZC noch primär zur Bildung des Lautes "T" gehört, indem nach dem ersten apikalen Kontakt der Druck bei der Verschlußbildung verstärkt wird.

Tur ZA
Horende
Pl
7k
3m
1g
2m
ZD. 0
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


Tur ZA
Pl
Genoriose
10m
11g
9
8g
ZDV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


Pl
Genoriose
3m
1k
4k
2m
ZDV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

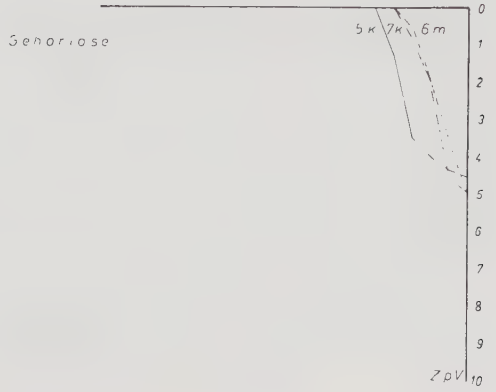
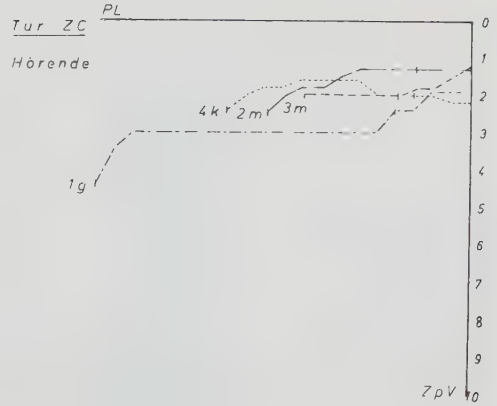
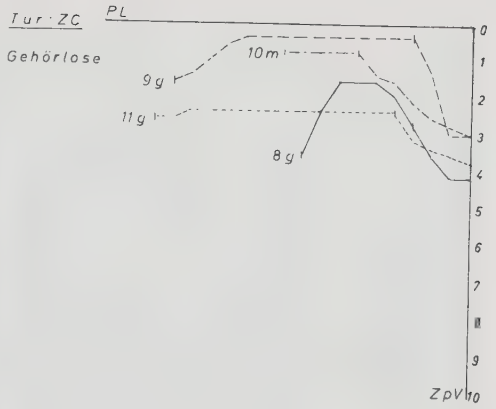
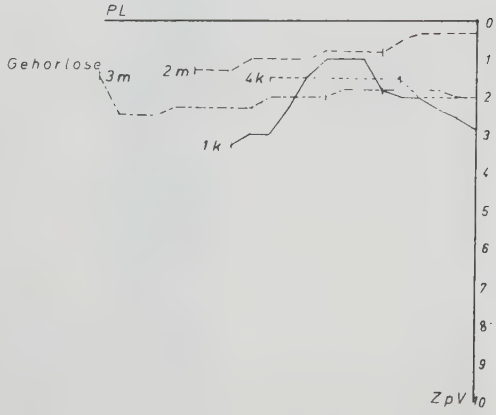

Genoriose
5k
7k
6m
ZDV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 102


Tur ZC
PL
Hörende
4k
2m
3m
1g
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0


Tur·ZC
PL
Gehörlose
10m
9g
11g
8g
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


PL
Gehörlose
3m
2m
4k
1k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0

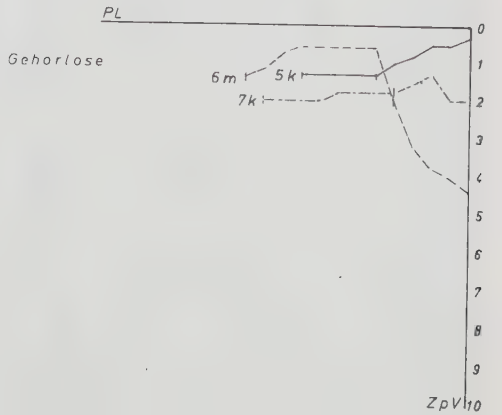
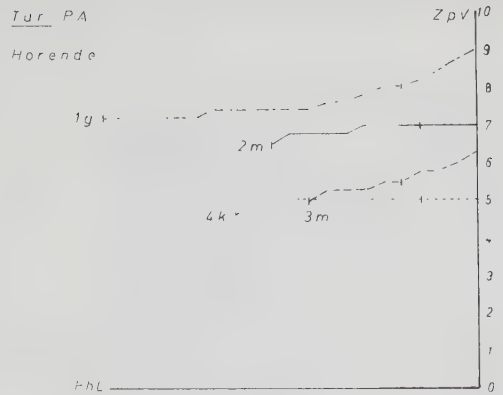
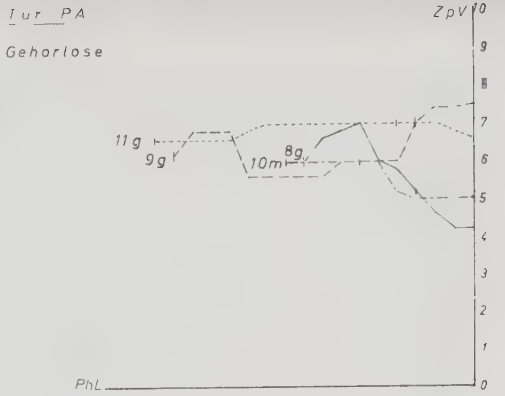
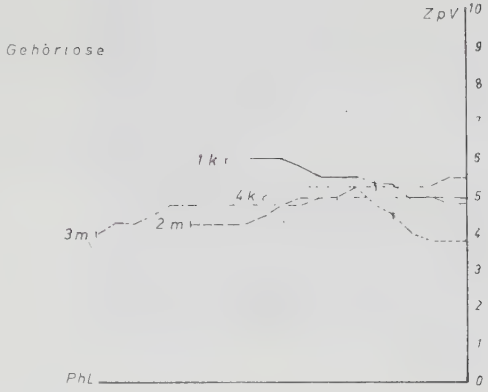

PL
Gehörlose
6m
5k
7k
ZpV
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Abb. 103


Tur PA
Horende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1g
2m
4k
3m
PhL


Tur PA
Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
11g
9g
10m
8g
PhL


Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1k
4k
3m
2m
PhL

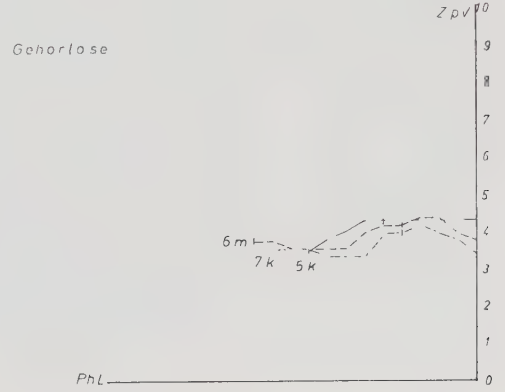
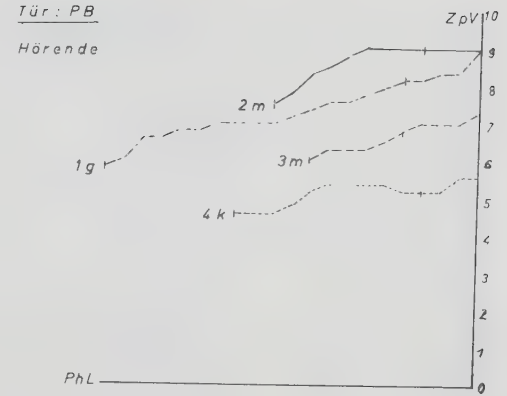
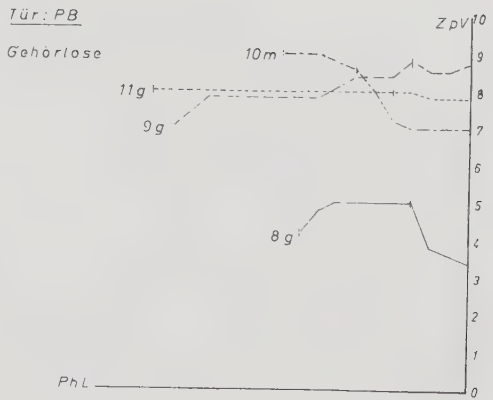
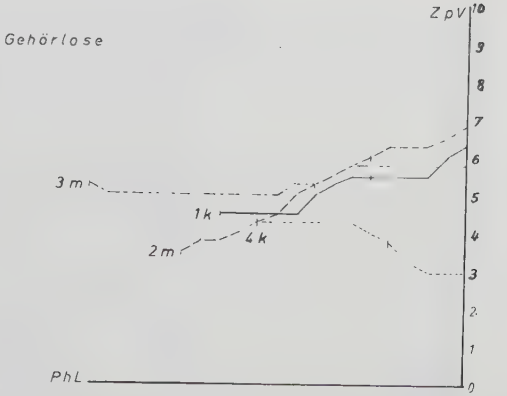

Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6m
7k
5k
PhL

Abb. 104


Tür : PB
Hörende
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2 m
1 g
3 m
4 k
PhL


Tür : PB
Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
10 m
11 g
9 g
8 g
PhL


Gehörlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
3 m
1 k
2 m
4 k
PhL

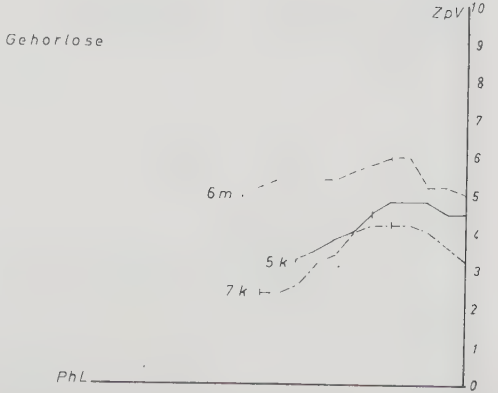

Gehorlose
ZpV
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
6 m
5 k
7 k
PhL

Abb. 105

Die Kurvenverläufe der gehörlosen Sprecher weisen vor allem an den Zungenpunkten (ZC, PA, PB) starke Abweichungen auf, die im Folgenden dargestellt werden. Außerdem wird von ihnen die bei den Hörenden festgestellte Mikrostruktur im zeitlichen Ablauf der Bewegungen nicht entsprechend realisiert.

ZC : Übereinstimmend zeigen die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 103) einen Verlauf steigender Tendenz; d.h. der dorsale Zungenbereich bewegt sich im Zeitabschnitt dieser Segmente in medio-palataler Richtung, wobei dieser Bewegungsentwurf versetzt in zwei Bewegungsphasen durchgeführt wird (vgl. die Bewegung bei 1g und 4k). An der Zielposition für den folgenden Vokal streuen die individuellen Werte nur sehr gering (sie liegen zwischen 1,2 und 2,0); somit ist anzunehmen, daß dieser Zungenbereich mit großer Präzision gesteuert wird.
Bei den gehörlosen Sprechern zeigen die Kurven nur in drei Fällen (1k, 2m, 5k) einen steigenden Verlauf, wie er von den Hörenden realisiert wird; überwiegend wird der entgegengesetzte Bewegungsverlauf (fallender Richtung) ausgeführt. Während die Hörenden im 2. Segment nur eine minimale Bewegung zeigen, ist bei 64 % der Gehörlosen (1k, 5k, 6m, 8g, 9g, 10m, 11g) in dieser Phase eine sehr starke Bewegung zu beobachten. Aufgrund dieser Erscheinung kann gefolgert werden, daß die gehörlosen Sprecher die aufeinanderfolgenden Laute "T" und "ü" in völlig unabhängigen artikulatorischen Mustern realisieren, wohingegen diese Laute von den Hörenden in einem Bewegungsentwurf verwirklicht werden; d.h. die Artikulation des Lautes "T" wird zugunsten der Zielposition des nachfolgenden Vokals modifiziert (homorgane Koartikulation). Weiterhin ist zu beobachten, daß die Mehrzahl der Gehörlosen (1k, 2m, 4k, 5k, 6m, 9g,

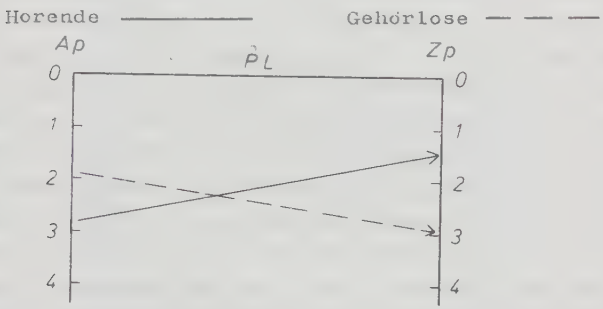
10m), das sind 64 %, während der apikalen Verschlußphase im Vergleich zu den Hörenden bei ZC eine zu hohe Zungenstellung aufweisen. Wenn schließlich fünf Sprecher aus dieser Gruppe (1k, 6m, 8g, 9g, 10m) nach der apikalen Verschlußphase eine Zielposition in fallender Richtung anstreben, die verglichen mit den Hörenden völlig inadäquat ist, so muß dieser "falsche" Übergang akustisch und auditiv Konsequenzen haben, die der Verständlichkeit abträglich sind. Während die Werte an der Zielposition des Vokals bei den Hörenden nur sehr gering streuen (δ = 0,31), verteilen sie sich bei den Gehörlosen sehr stark (δ = 1,26); der niedrigste Wert beträgt hier 0,3, der höchste aber 4,4. In der Mehrzahl der Fälle (1k, 6m, 8g, 9g, 10m, 11g), das sind 55 %, wird die Zielposition des Vokals stark untersteuert, in zwei Fällen (2m, 5k) auch erheblich übersteuert; nur in 27 % der Fälle wird die Zielposition adäquat erreicht. Die gehörlosen Sprecher (1k, 8g) führen starke unökonomische Bewegungen aus (Steigungs-Umwege). Aufgrund der Mittelwerte für die Ausgangs- und Zielposition der betrachteten Artikulationsphase ergibt sich hinsichtlich des Bewegungsablaufes folgendes Bild (vgl. folgende Abb. 107).

Die gehörlosen Sprecher zeigen auch im Mittel ein anderes artikulatorisches Bewegungsmuster als die Hörenden.

PA : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 104) zeigen übereinstimmend einen Verlauf steigender Tendenz; d.h. der pharyngale Zungenbereich bewegt sich in dieser Artikulationsphase nach vorn, wodurch der Pharynxraum erweitert wird. Die Lage der Kurven und die erreichten Werte für die Zielposition des folgenden Vokals entsprechen genau den individuellen Ansatzrohrgrößen der

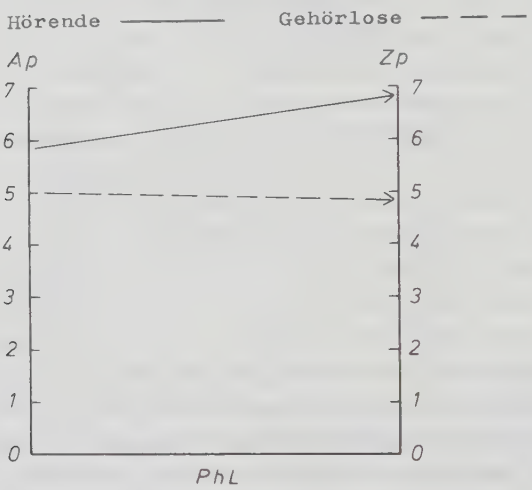
einzelnen Sprecher.

Abb. 107: Durchschnittlicher Bewegungsablauf des Zungenpunktes ZC



Bei den Gehörlosen sind die Kurvenverläufe sehr unterschiedlich: in vier Fällen (1k, 4k, 8g, 10m) nehmen die Kurven im Vergleich zu den Hörenden den entgegengesetzten Verlauf (fallende Richtung), wodurch der Pharynxraum verkleinert wird; bei den Sprechern (1 bis 7) ist generell die Lage der Kurven zu niedrig; die Kurvenverläufe der Sprecher (6m, 7k, 8g, 9g) enthalten unökonomische Bewegungsphasen (Steigungs- und Senkungs-Umwege); abrupte Bewegungen sind an den Kurvenverläufen der Versuchspersonen (8g, 9g, 10m) zu erkennen. Bei einem Vergleich aufgrund von Mittelwerten für die Ausgangs- und Zielposition zwischen Hörenden und Gehörlosen (vgl. folgende Abb. 108) zeigt sich, daß die Gehörlosen im Durchschnitt die entsprechenden Werte der Hörenden bei weitem nicht erreichen; während z.B. die Hörenden den Wert 6,83 an der Zielposition erlangen, indem sich dieser Zungenbereich relativ stark nach vorne bewegt, erzielen die Gehörlosen nur den Wert 4,83, d.h. die Zunge befindet sich hier in einer Position, die etwa der Neutrallage entspricht.

Abb. 108: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des des Zungenpunktes PA



PB : Die Kurven der hörenden Sprecher (vgl. Abb. 105) zeigen übereinstimmend einen Verlauf steigender Tendenz; d.h. der tiefergelegenen pharyngale Zungenbereich (PB) bewegt sich während der Artikulationsphase kontinuierlich nach vorn, wodurch der Pharynxraum stark erweitert wird. Der größere Teil der Bewegung in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals wird im 1. Segment (apikale Verschlußphase) ausgeführt; somit verwirklicht sich in dieser Erscheinung die **koartikulatorische Verflechtung** der aufeinanderfolgenden Laute.

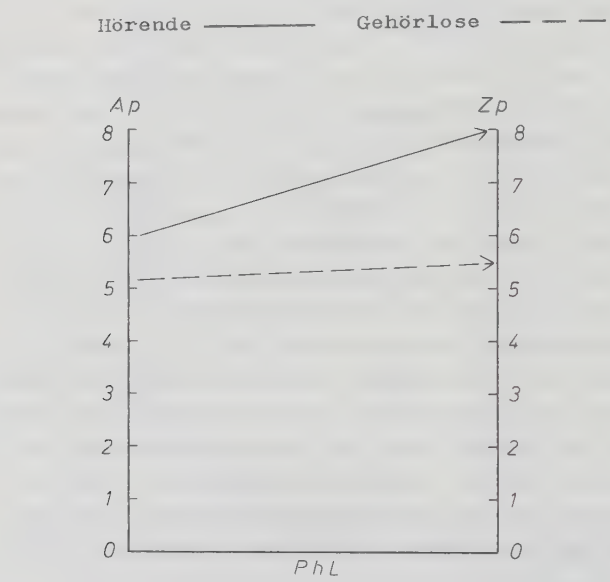
Im Vergleich zu den Hörenden verlaufen die Kurven der Gehörlosen weniger einheitlich: vier Sprecher (4k, 6m, 8g, 10m) zeigen im Vergleich zu den Hörenden den entgegengesetzten Bewegungsverlauf (fallende Tendenz), indem sich die Zunge in diesem Bereich nicht nach vorn, sondern nach hinten bewegt, wodurch der Pharynxraum ver-

kleinert wird. Während von den Hörenden im 1. Segment eine kontinuierliche Bewegung in Richtung auf die folgende Zielposition ausgeführt wird, erfolgt bei vier Gehörlosen (1k, 3m, 4k, 11g) ein verspäteter Bewegungseinsatz und bei zwei weiteren gehörlosen Sprechern (8g, 9g) ein im 1. Segment (über relativ lange Dauer) unterbrochener Bewegungsablauf. Bei drei anderen Gehörlosen (5k, 6m, 7k) sind unökonomische Bewegungsphasen zu beobachten (Steigungs-Umwege). Tatsächlich wird nur von einer gehörlosen Versuchsperson (2m) der Bewegungsablauf wie bei den Hörenden realisiert, d.h. 91 % der Gehörlosen realisieren in dieser Artikulationsphase artikulatorisches Fehlverhalten. Bei einem Vergleich aufgrund von Mittelwerten für die Ausgangs- und Zielposition zwischen Hörenden und Gehörlosen (vgl. folgende Abb. 109) zeigt sich, daß die Gehörlosen im Durchschnitt bei relativ geringer Bewegungsaktivität im Pharynxbereich die entsprechenden Werte der Hörenden für die Positionen bei weitem nicht erreichen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Streuung: Bezüglich der Ausgangs- und Zielpositionswerte der betrachteten Zungenpunkte (ZA, ZC, PA, PB) ist das Ausmaß der Streuung bei den Gehörlosen zum Teil erheblich größer als bei den Hörenden. Beim Vergleich der Werte fällt auf, daß bei den Hörenden vor allem die Werte für die Zielposition des Zungenpunktes (ZC) nur sehr geringfügig streuen (δ = 0,31). Dieser Sachverhalt ist (möglicherweise) so zu erklären, daß dieser Zungenbereich in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum sehr präzise gesteuert werden muß, um für das angestrebte akustische Resultat eine adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenpunkte ein relativ größerer Spielraum zulässig ist. Umsomehr weist

Abb. 109: Durchschnittlicher Bewegungsverlauf des Zungenpunktes PB



die größere Streubreite bei den Gehörlosen (δ = 1,26) auf Abweichungen hin, die artikulatorisch gesehen auf eine unpräzise Steuerung schließen lassen.

Bewegungsverlauf: Die Bewegungsverläufe der betrachteten Zungenpunkte sind bei den Hörenden zeitlich strukturiert: ein großer Teil dieser Bewegung wird zielgerichtet im 1. Segment durchgeführt (vgl. vor allem PB). Bei den Gehörlosen wird zwar auch in der Abfolge der Bewegungen eine Struktur sichtbar, diese ist jedoch weniger differenziert, da die Bewegungen der einzelnen Zungenpunkte annähernd gleichzeitig erfolgen, während

sie bei den Hörenden versetzt in verschiedenen Phasen ablaufen. Generell ist in dieser Hinsicht festzustellen, daß die Bewegungen an den Zungenpunkten (ZC, PA, PB) zu spät einsetzen. Den Mittelwerten entsprechend zeigen die Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZC, PA, PB) bei den Hörenden eine stark steigende Tendenz, die der Gehörlosen dagegen bei ZC und PA die entgegengesetzte (fallende) Tendenz, bei PB eine zu schwach ausgeprägte steigende Tendenz. Hinsichtlich der Zielposition werden von den Gehörlosen demnach die entsprechenden Werte der Hörenden durchschnittlich bei weitem nicht erreicht. Übertragen auf die Verhältnisse im Artikulationsraum (vgl. Abb. 110) bedeutet dieses: die Gehörlosen führen ein von den Hörenden völlig verschiedendes Artikulationsmuster durch. Während die Hörenden im Pharynxbereich (vgl. PA und PB) eine starke Bewegung zeigen, fehlt diese gemäß der Darstellung bei den Gehörlosen vollends; bei ZC realisieren die Hörenden eine Bewegung nach oben, die Gehörlosen dagegen nach unten. Während der betrachteten Artikulationsphase führen die Gehörlosen eine Kieferbewegung (Öffnungsbewegung) durch, die Hörenden dagegen nicht.

Koartikulation: Bei den Hörenden werden schon während der apikalen Verschlußphase (1. Segment) von dem übrigen Zungenkörper (ZC, PA, PB), welcher nicht primär (wie ZA) an der apikalen Verschlußbildung beteiligt und somit relativ frei bezüglich der Antizipation folgender Artikulationen (homorgane Koartikulation) ist, starke Bewegungen in Richtung auf die Zielposition des folgenden Vokals durchgeführt; besonders deutlich wird diese koartikulatorische Bewegung am Zungenpunkt PB. Demgegenüber erfolgt der Bewegungseinsatz bei den Gehörlosen in den meisten Fällen zu spät, weswegen der größere Teil

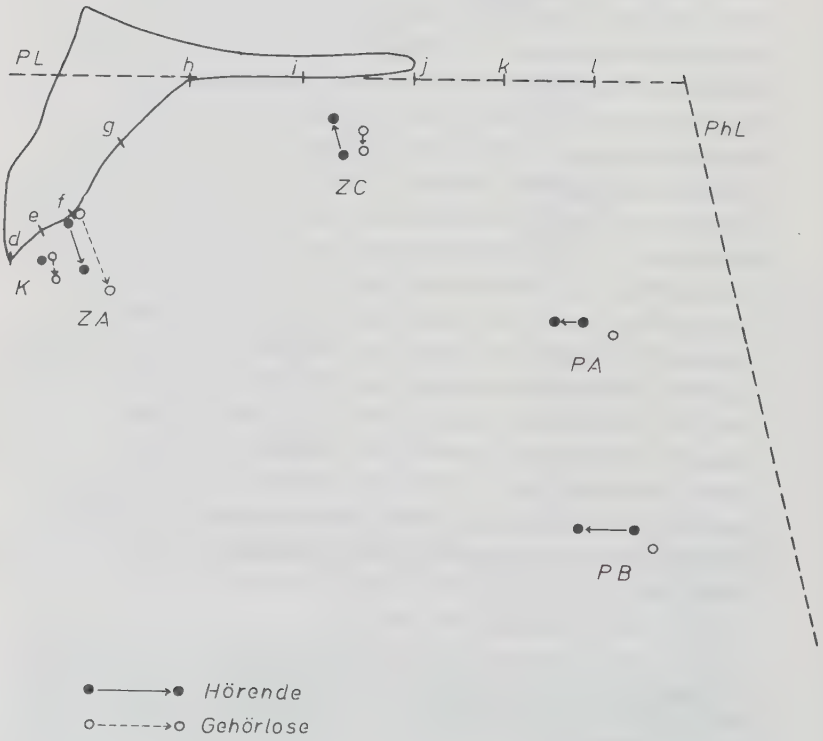


Abb. 110

Durchschnittliche Bewegungsverläufe der Zungenpunkte (ZA,ZC,PA,PB) und des Unterkiefers (K) in der Artikulationsphase von "T" nach "ü"

der Bewegung erst im 2. Segment nach der apikalen Verschlußphase ausgeführt wird. Berücksichtigt man außerdem die andersartigen Artikulationsmuster und die erreichten (falschen) Zielpositionen, so ist festzustellen, daß die Koartikulation von 73 % der Gehörlosen entweder gar nicht oder nicht adäquat realisiert wird.

Bewegungsökonomie: Bei 55 % der gehörlosen Sprecher (1k, 5k, 6m, 7k, 8g, 9g) treten während der betrachteten Artikulationsphase unökonomische Bewegungen (besonders stark bei PA) auf.

5. Die Vokalartikulation in KVK-Wörtern bei Hörenden und Gehörlosen

Die Beschreibung der Artikulation von Vokalen in KVK-Wörtern bezieht sich auf das 3. Segment der segmentierten - auf den Röntgenfilmen sichtbaren - artikulatorischen Abläufe. Seine Segmentgrenzen wurden nach dem Kriterium "minimale Bewegung" bezüglich der Zunge, der Lippen und des Unterkiefers bestimmt. Somit stellt dieses Segment eine "quasi stationäre Phase" im artikulatorischen Ablauf dar. In dieser Eigenschaft werden die entsprechenden Artikulationsstellungen als Realisierungen der artikulierten Vokale angesehen. Aus der Bildfolge (Dauer) des in dieser Weise beschriebenen Segmentes wurde jeweils das mittlere Bild als Repräsentant der typischen Artikulationsstellung für die verschiedenen Vokale ausgewählt. Bei den Wörtern mit kurzen Vokalen (wie Kamm, muß, Bett) zeigte sich bei den Hörenden, daß die betrachteten Artikulatoren (vor allem die Zunge) einer bestimmten Position zustrebten und sich sogleich aus ihr entfernten. In diesen Fällen kann man demnach nicht von einer stationären Phase sprechen; hier

liegt vielmehr eine Dauerbewegung vor, derzufolge die dem Vokal entsprechende typische Artikulationsstellung nur durchlaufen wird. Diese typischen Artikulationsstellungen wurden bei der Beschreibung der Vokale berücksichtigt.
Die folgende Beschreibung der Vokalartikulation bei Hörenden und Gehörlosen stützt sich auf die datenmäßig (quantitativ) erfaßte Zungenstellung im Artikulationsraum. Wie bereits erwähnt, wurde zur Darstellung der Zungenlage deren Kontur, die auf den Röntgenbildern gut zu beobachten war, mittels sechs definierter Zungenpunkte (ZA, ZB, ZC, ZD, PA, PB) in Relation zur Palatal-Linie (PL) und zur Pharyn-Linie (PhL) bestimmt. Hierbei beziehen sich die Zungenpunkte (ZA, ZB, ZC, ZD) auf die Palatal-Linie, mittels derer ihre Lage den Relationen "oben - unten" und "vorn - hinten" entsprechend quantitativ erfaßt werden konnte, und die übrigen Punkte (PA, PB) auf die Pharynx-Linie, die allerdings nur bezüglich der Relation "vorn - hinten" bestimmt wurden, da ihre Lage in der Relation "oben - unten" fest vorgegeben war.

Die in der genannten Art durchgeführten Ortsbestimmungen von definierten Zungenpunkten ergeben ein Datenmaterial, welches eine weitere Quantifizierung zuläßt, indem die Mittelwerte und Streuungen für alle Zungenpunkte der einem Vokal entsprechenden Artikulationsstellung berechnet werden können. Da der Mittelwert den Schwerpunkt der Verteilung bestimmter Daten angibt, kann durch ihn eine Haupttendenz im Beobachtungsfeld zum Ausdruck kommen; das berechnete Streuungsmaß mit Hilfe der Standardabweichung liefert außerdem zusätzliche Hinweise zur Charakterisierung der Verteilung.

Die Mittelwerte, berechnet für die Zungenpunkte von Artikulationsstellungen (Vokale) bei Hörenden und Ge-

hörlosen, werden im Folgenden für jeden Vokal im Artikulationsraum abgebildet, so daß aus der Aufeinanderfolge zusammengehörender Punkte wiederum eine Zungenkontur entsteht (Rekonstruktion), die jeweils die durchschnittliche Zungenlage bei Hörenden und Gehörlosen angibt. Diese Abbildungen haben den Vorteil, daß unmittelbar ein visueller Eindruck entsteht, wie stark die Hörenden und Gehörlosen bezüglich der durchschnittlichen Artikulationsstellung voneinander abweichen. Die den Abbildungen hinzugefügten Tabellen enthalten zahlenmäßig noch einmal die Mittelwerte und vor allem die Werte der Standardabweichungen. [1)]
Aufgrund der eindrucksstarken Abbildungen wird im Folgenden darauf verzichtet, die unterschiedlichen Zungenlagen (verbal) ausführlich zu beschreiben; die bei den Gehörlosen sichtbaren Abweichungen werden nur stichwortartig herausgestellt.

5.1. Beschreibung der Artikulationsstellungen bei Vokalen

Der Vokal im Testwort "kam" [2)]

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 111): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach hinten (gegen die Pharynxwand); der dorsale Zungenbereich (ZB, ZC) liegt zu hoch.

---

1) Die Werte der Standardabweichungen hinsichtlich der Relation "vorn-hinten" bei den Zungenpunkten (ZA, ZB, ZC, ZD) werden an dieser Stelle nicht tabellarisch aufgeführt, da das Streuungsmaß in dieser Demension bei beiden Gruppen relativ gering ist, so daß der in der Abbildung aufgezeigte Mittelwert (entlang der Palatal-Linie) für die Charakterisierung des Trends ausreicht.

Streuung (s. Tab. 3): Bei den Hörenden befindet sich die größte Ende am Zungenpunkt (PA), wo auch die Streuung sehr gering ist. Von den Gehörlosen wird in diesem Bereich keine Enge gebildet. Da an dieser Stelle eine geringe Streuung vorliegt, gilt diese Aussage für die Gehörlosen generell. An allen Zungenpunkten (abgesehen von ZD) ist die Streuung bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden.

Der Vokal im Testwort "Kamm"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 112): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach hinten (gegen die Pharynxwand), der dorsale Zungenbereich (ZB, ZC) liegt zu hoch.

Streuung (s. Tab. 4): Bei den Hörenden liegt die größte Enge an den Zungenpunkten (PA, PB); die Streuung ist hier sehr gering. Von den Gehörlosen wird in diesem Bereich keine entsprechende Enge gebildet. Diese Tendenz ist eindeutig, da an dieser Stelle eine geringe Streuung vorliegt. An allen Zungenpunkten (abgesehen von PB) ist die Streuung bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden.

Der Vokal im Testwort "Mus"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 113): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA) erstreckt sich nicht weit genug nach hinten (ge-

---

2) Da eine auditive Bewertung der gesprochenen Testwörter nicht vorgenommen wurde, unterbleibt folglich die Kennzeichnung der Vokale mit Transkriptionssymbolen. Wenn in der folgenden Beschreibung von Vokalen gesprochen wird, so bezieht sich dieser Ausdruck nur auf die entsprechenden Artikulationsstellungen.

gen die Pharynxwand), der vordere Zungenbereich (ZA, ZB, ZC) liegt insgesamt zu hoch und zu weit vorn.

Streuung (s. Tab. 5): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt (PA), wo auch die Streuung sehr gering ist. Von den Gehörlosen wird an dieser Stelle keine Enge gebildet (hier liegt sogar eine relativ große Weite vor). Eine Enge zeigt sich allerdings beim Zungenpunkt (ZC), doch ist die Streuung hier relativ groß. Insgesamt zeigt sich, daß dort (bei ZC, ZD, PA, PB), wo die Streuung bei den Hörenden generell sehr gering ist, bei den Gehörlosen eine relativ große Streuung vorhanden ist.

Der Vokal im Testwort "muß"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 114): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach hinten (gegen die Pharynxwand); der vordere Zungenbereich (ZA, ZB, ZC) liegt insgesamt viel zu hoch und zu weit vorn.

Streuung (s. Tab. 6): Bei den Hörenden liegt die größte Enge am Zungenpunkt (PA); die Streuung ist hier allerdings recht groß, wohingegen sie beim Zungenpunkt (ZD) sehr gering ist. Von den Gehörlosen wird an dieser Stelle keine Enge gebildet (hier liegt sogar eine relativ große Weite vor). Eine Enge (bei ziemlich großer Streuung) zeigt sich aber am Zungenpunkt (ZC). Insgesamt ist die Streuung (abgesehen von ZD) bei den Gruppen etwa gleich.

Der Vokal im Testwort "Beet"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 115): Abweichungen bei Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach vorn; der dorsale

Zungenbereich (ZB, ZC) liegt zu tief, der apikale Bereich (ZA) dagegen zu hoch.

Streuung (s. Tab. 7): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt (ZC), wo sich auch eine äußerst geringe Streuung zeigt. Zwar bilden auch die Gehörlosen mit diesem Zungenbereich eine Enge, deren Ausprägung ist jedoch viel zu gering und die Streuung an dieser Stelle sehr stark. An allen Zungenpunkten (besonders bei ZC) ist die Streuung bei den Gehörlosen größer als bei den Hörenden.

Der Vokal im Testwort "Bett"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 116): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach vorn; der vordere Zungenbereich (ZA, ZB, ZC) liegt ein wenig zu hoch.

Streuung (s. Tab. 8): Bei den Hörenden liegt die größte Enge am Zungenpunkt (ZC), wo sich auch eine sehr geringe Streuung zeigt. Die Gehörlosen bilden an dieser Stelle eine etwa gleich große Enge; allerdings ist hier die Streuung ziemlich groß. An den Zungenpunkten (ZB, ZC, ZD, PA) ist die Streuung bei den Gehörlosen sehr viel größer als bei den Hörenden.

Der Vokal im Testwort "Tür"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 117): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (ZD, PA, PB) erstreckt sich viel zu wenig nach vorn; der vordere Zungenbereich (ZA, ZB, ZC) ist nicht stark genug angehoben.

Streuung (s. Tab. 9): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt ZC, wo sich auch eine äußerst

geringe Streuung zeigt. Die Gehörlosen bilden zwar auch mit diesem Zungenbereich eine Enge, diese ist jedoch viel schwächer ausgeprägt und liegt im Artikulationsraum weiter hinten. An den Zungenpunkten (ZB, ZC, ZD) ist die Streuung bei den Gehörlosen sehr viel größer als bei den Hörenden.

Der Vokal im Testwort "schön"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 118): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach vorn; der vordere Zungenbereich (ZA, ZB, ZC) liegt ein wenig zu tief.

Streuung (s. Tab. 10): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt (ZC), wo auch die Streuung sehr gering ist. An dieser Stelle bilden auch die Gehörlosen eine etwa gleich große Enge. Allerdings ist bei ihnen die Streuung sehr viel größer.

Der Vokal im Testwort "lieb"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 119): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (ZD, PA, PB) erstreckt sich viel zu wenig nach vorn; der dorsale Zungenbereich (ZB, ZC) liegt zu tief und zu weit nach hinten, der apikale Bereich (ZA) zu hoch.

Streuung (s. Tab. 11): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt (ZC), wo auch die Streuung äußerst gering ist. Die Gehörlosen bilden auch mit diesem Zungenbereich eine ähnlich große Enge; allerdings ist bei ihnen die Streuung sehr viel größer.

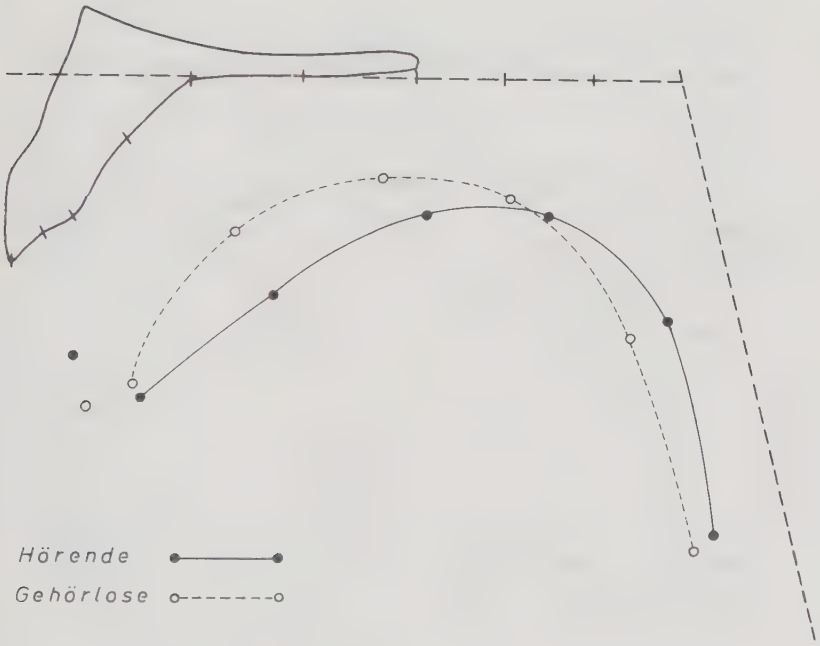
Der Vokal im Testwort "spät"

Mittlere Artikulationsstellung (s. Abb. 120): Abweichungen bei den Gehörlosen: der hintere Zungenbereich (ZD,

PA, PB) erstreckt sich nicht weit genug nach vorn; der dorsale Zungenbereich (ZB, ZC) liegt zu tief.

Streuung (s. Tab. 12): Bei den Hörenden befindet sich die größte Enge am Zungenpunkt (ZC), wo auch die Streuung sehr gering ist. Die Gehörlosen bilden auch mit diesem Zungenbereich eine Enge; sie ist jedoch weniger stark ausgeprägt. Die Streuung ist insgesamt sehr viel größer als bei den Hörenden.

Abb. 111: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "kam"



abelle 3: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "kam"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
örende	M	10,35	8,28	5,10	5,10	2,70	2,80	4,85
	ó	1,66	1,64	0,68	1,01	0,22	0,87	0,92
ehörlose	M	9,93	6,90	3,88	4,28	4,00	3,40	6,83
	ó	2,91	1,87	1,33	0,91	0,73	1,30	2,03

Abb. 112: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "Kamm"

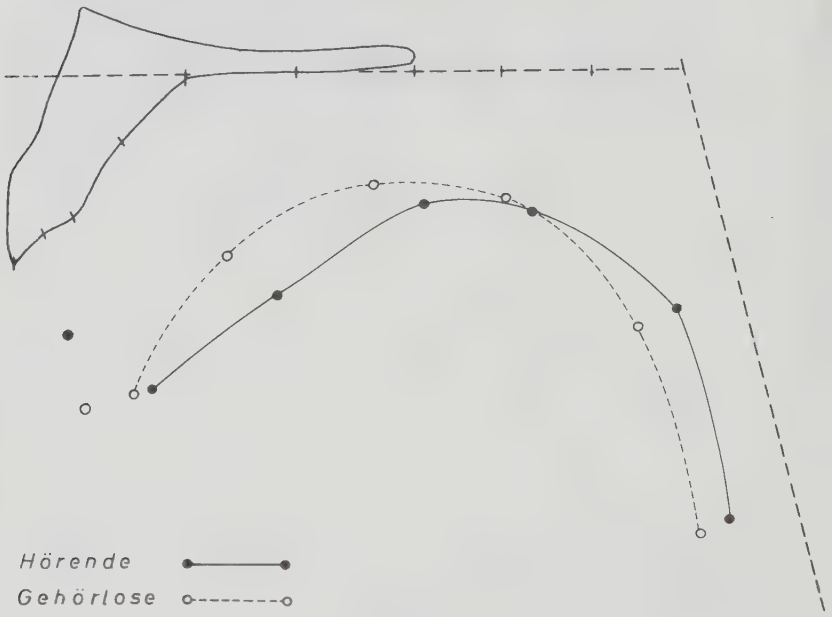


Tabelle 4: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "Kamm"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	10,50	8,38	4,98	5,35	2,50	2,40	4,03
		1,90	1,30	0,51	0,57	0,22	0,99	0,60
Gehörlose	M	10,20	7,71	4,36	4,61	3,80	3,50	6,92
		2,50	1,59	1,38	1,07	0,69	0,98	2,22

Abb. 113: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "Mus"

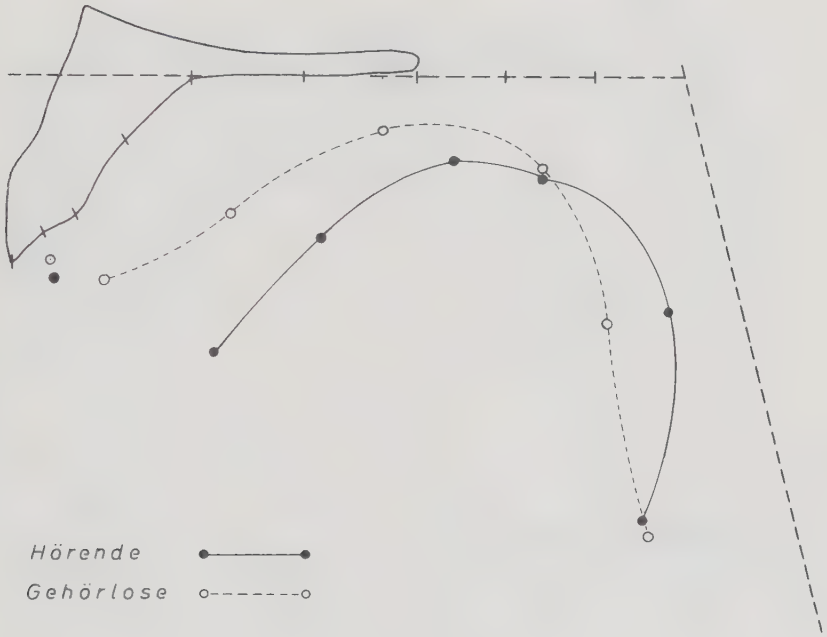


Tabelle 5: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "Mus"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	10,60	5,60	3,20	3,83	2,70	5,70	1,78
	σ	1,58	1,79	0,28	0,69	0,59	0,43	0,23
Gehörlose	M	4,00	4,04	2,30	3,52	5,20	5,50	1,11
	σ	4,15	1,58	2,02	1,19	1,24	2,60	0,49

Abb. 114: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "muß"

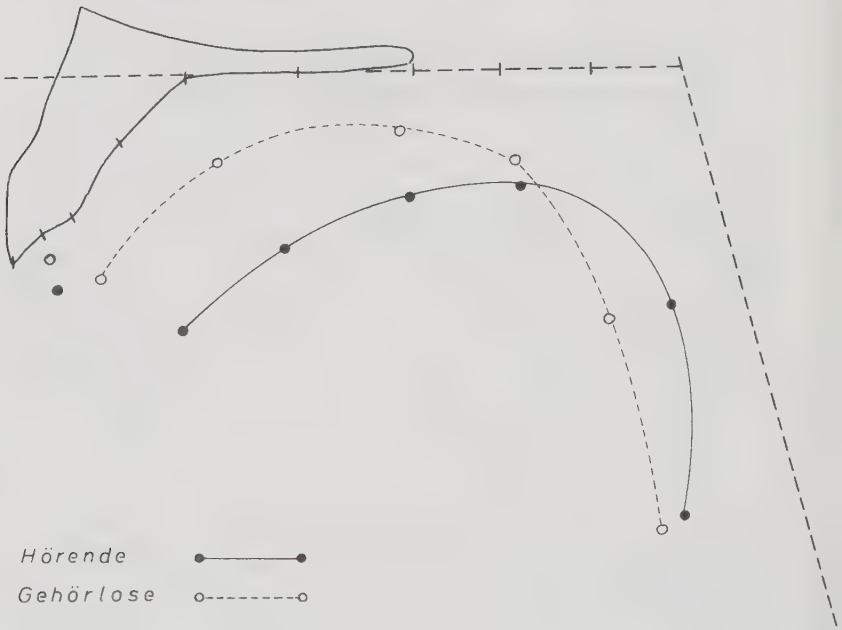


Tabelle 6: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "muß"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	9,20	6,70	4,83	4,43	2,65	4,28	2,20
		2,67	1,46	1,51	0,29	1,56	1,39	0,79
Gehörlose	M	3,95	3,58	2,25	3,41	5,03	5,16	1,00
		1,91	1,36	1,36	0,98	1,06	1,45	0,50

Abb. 115: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "Beet"

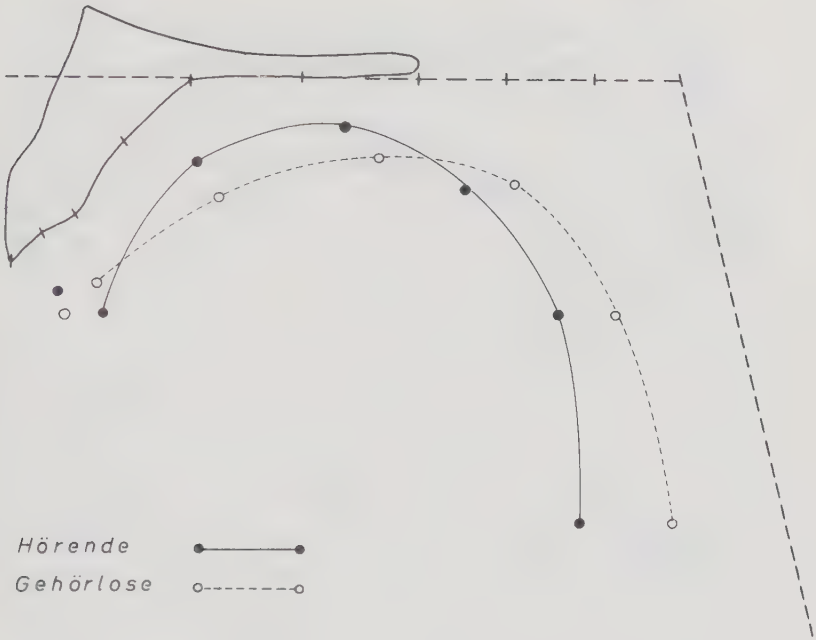


Tabelle 7: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "Beet"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	5,28	3,20	1,85	4,20	6,83	7,90	2,35
		1,29	0,63	0,16	0,47	1,26	1,41	1,10
Gehörlose	M	4,55	4,42	2,97	3,97	4,70	4,34	3,12
		1,86	1,81	1,62	1,31	1,36	1,57	1,04

Abb. 116: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "Bett"

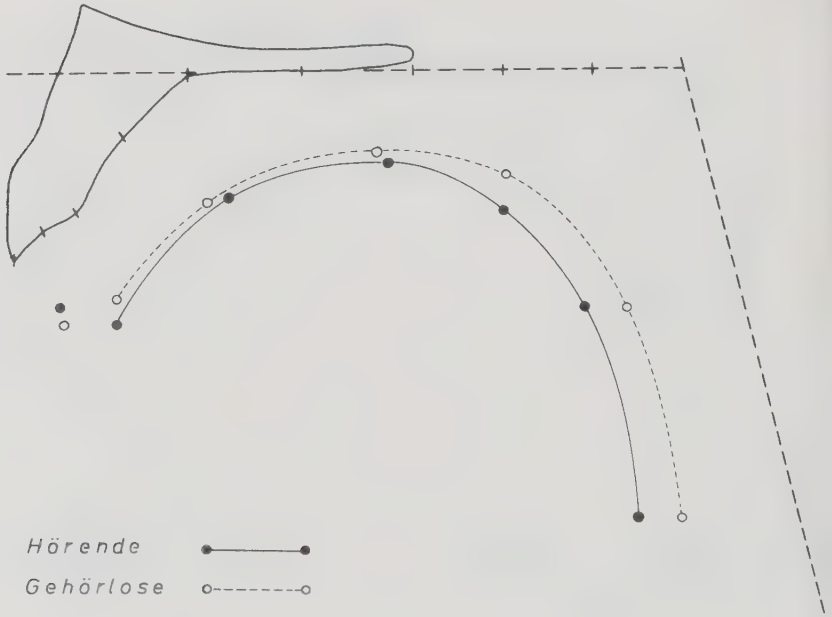


Tabelle 8: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "Bett"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	6,63	4,83	3,55	5,30	5,98	6,05	2,98
		1,30	0,72	0,38	0,54	0,80	1,97	0,20
Gehörlose	M	5,77	5,00	3,10	3,89	4,29	4,26	3,68
		1,24	1,65	1,33	0,93	1,20	1,56	1,18

Abb. 117: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "Tür"

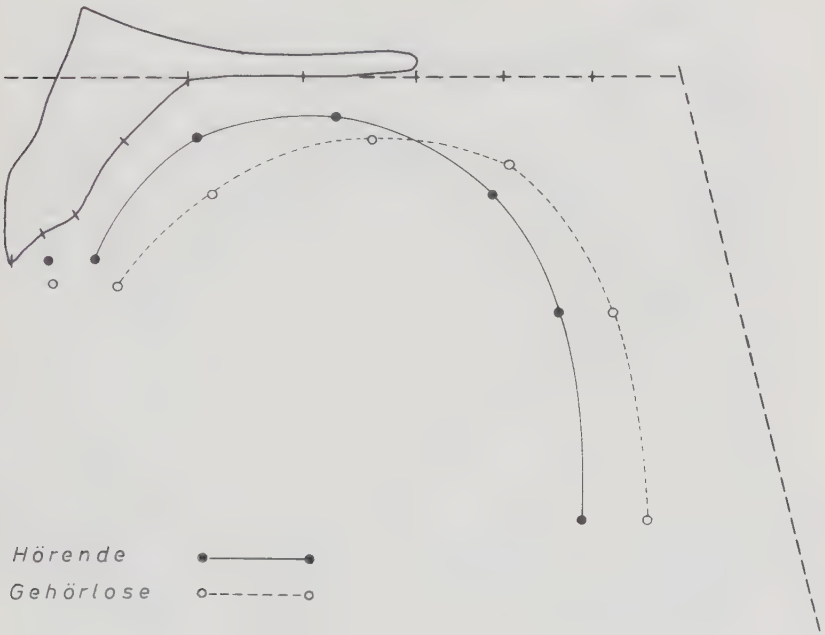


Tabelle 9: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "Tür"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	2,75	2,48	1,48	4,43	6,83	8,00	1,03
	σ	1,15	0,60	0,31	0,62	1,45	1,24	0,40
Gehörlose	M	5,16	4,45	2,38	3,32	4,83	5,48	1,83
	σ	1,16	1,38	1,26	1,17	1,25	1,83	0,56

Abb. 118: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "schön"

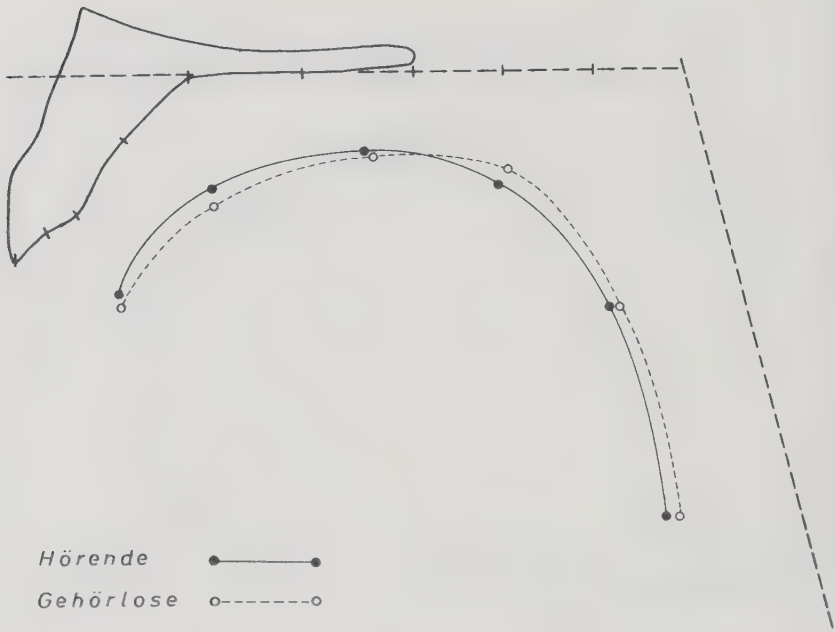


Tabelle 10: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "schön"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	5,50	4,40	3,03	4,35	5,10	4,95	2,05
	ó	2,06	0,61	0,40	0,68	0,73	0,83	0,45
Gehörlose	M	6,05	5,00	2,99	3,66	4,81	4,56	2,91
	ó	1,28	1,70	1,79	1,27	1,17	1,76	1,32

Abb. 119: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "lieb"

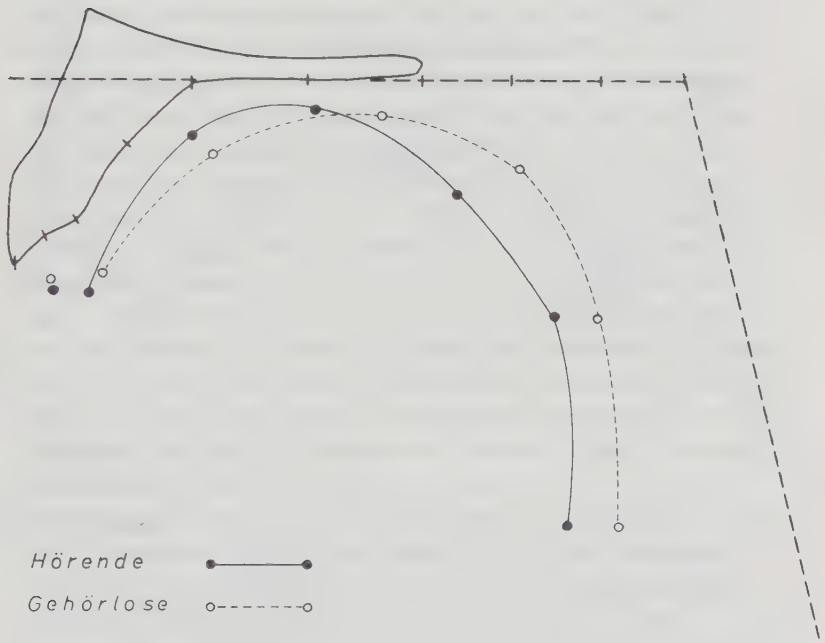


Tabelle 11: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "lieb"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	3,13	2,15	1,10	4,33	7,13	8,58	2,03
		0,74	0,46	0,21	0,68	0,88	1,12	0,22
Gehörlose	M	3,25	2,75	1,31	3,26	5,45	6,72	1,76
		1,02	1,11	0,98	1,22	1,16	1,73	0,59

Abb. 120: Durchschnittliche Artikulationsstellung des Vokals im Testwort "spät"

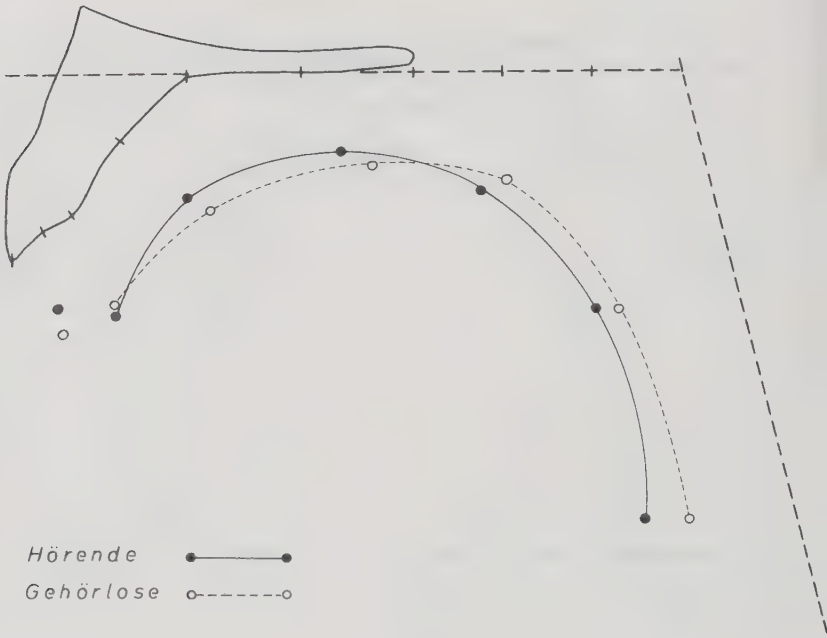


Tabelle 12: Mittel- und Streuungswerte der Artikulationsstellungen des Vokals im Testwort "spät"

		ZA	ZB	ZC	ZD	PA	PB	K
Hörende	M	6,25	4,75	3,00	4,45	5,48	5,68	3,00
	ó	1,17	0,25	0,28	0,59	0,66	1,23	0,14
Gehörlose	M	6,05	5,19	3,43	4,03	4,63	4,00	3,90
	ó	1,96	1,94	1,72	1,38	0,95	1,42	1,51

5.2. Zusammenfassung der Ergebnisse

5.2.1. Artikulationsstellungen

Die Artikulationsstellungen bei den hörenden Sprechern entsprechen den Beschreibungen von Vokalen in der phonetischen Literatur (vgl. vor allem das Vokalsystem der IPA). Besonders hervorzuheben ist die Beobachtung, daß mit den von den Hörenden im Artikulationsraum gebildeten Verengungen immer (abgesehen von der Vokalstellung im Wort "muß") eine sehr geringe Streuung verbunden ist (vgl. Kennzeichnung in den entsprechenden Tabellen). Aufgrund dieser Feststellung kann man folgern, daß bestimmte Bereiche der Zunge in Abhängigkeit vom umgebenden Artikulationsraum sehr präzise gesteuert werden müssen, um für das angestrebte akustische Resultat eine adäquate Hohlraumgestaltung zu erzielen, wohingegen für andere Zungenbereiche ein relativ größerer Spielraum vorhanden ist.
Im Vergleich zu den Hörenden zeigen die gehörlosen Sprecher in unterschiedlichem Ausmaß bei allen Artikulationsstellungen deutliche Abweichungen; starke Abweichungen sind bei den Vokalen in den Wörtern "kam", "Kamm", "Mus", "muß" und "Beet", mittelstarke Abweichungen in den Wörtern "Tür" und "lieb", schwächere Abweichungen in den Wörtern "schön", "spät" und "Bett" zu beobachten. Abgesehen von wenigen Ausnahmen ist die Streuung bei den Gehörlosen bezüglich der verschiedenen Zungenpunkte bestimmter Artikulationsstellungen sehr viel größer als bei den Hörenden. Der bei den Hörenden festgestellte Zusammenhang zwischen gebildeter Enge und geringster Streuung zeigt sich bei den Gehörlosen nur in einem Fall, nämlich bei "lieb".

5.2.2. Vokalsystem

Bei der Darstellung von Artikulationsstellungen in einer Abbildung, die bestimmten Vokalgruppen entsprechen, wird unmittelbar deutlich, wie stark oder wie schwach eine Diskrimination dem Vokalsystem entsprechend realisiert wird. Bei der Gruppe der vorderen ungerundeten Vokale (vgl. Abb. 121), welche in der Reihenfolge von oben nach unten von den Artikulationsstellungen der Vokale in den Wörtern "lieb", "Beet", "spät", "Bett" repräsentiert werden [1], zeigen sich bei den Hörenden deutlich die Abstände bezüglich der Zungenlage im oralen und pharyngalen Artikulationsraum; hier ist also die Diskrimination eindeutig und klar. Vergleicht man dagegen diese Darstellung mit der entsprechenden bei den Gehörlosen (vgl. Abb. 122), so fällt auf, daß nur der Vokal des Wortes "lieb" mit seiner relativ hohen Zungenlage aus der Reihe der anderen herausragt; bei den übrigen Vokalen zeigt sich demgegenüber eine stark nivilierende Tendenz, da sie sich bezüglich der Artikulationsstellungen kaum unterscheiden.
Bei der Gruppe der gerundeten, vorderen und hinteren Vokale (vgl. Abb.123) in den Wörtern "Tür", "schön", "Mus" und "muß" unterscheiden sich die entsprechenden Artikulationsstellungen bei den Hörenden wiederum deutlich voneinander. Bei einem Vergleich mit den Gehörlosen (vgl. Abb. 124) ist wie bei der vorhergehenden Vokalgruppe zu beobachten, daß die verschiedenen Artikulationsstellungen sehr dicht beieinander liegen; die ver-

---

1) Die entsprechenden Vokale dieser Wörter werden nach Krech (1964) und nach Siebs (1969) mit folgenden Trabskriptionssymbolen gekennzeichnet: "lieb" - / /, "Beet" - / /, "spät" - / /, "Bett" - / /. Nach dem Vokalsystem des IPA liegen diese Vokale in entsprechender Reihenfolge auf der vorderen Linie des Vokalvierecks.

tikale Relation "oben-unten" ist nur geringfügig und die horizontale "vorn-hinten" nahezu garnicht ausgeprägt. Der Vokal des Wortes "Mus" ragt aus der Reihe der anderen am deutlichsten hervor.
Aufgrund dieser Vergleiche kann man verallgemeinernd feststellen: die gehörlosen Sprecher zeigen bezüglich der Vokalartikulation eine Differenzierungsschwäche; das von ihnen erzeugte Vokalsystem ist in Richtung auf den neutralen Vokal stark reduziert.

5.2.3. Genutzter Artikulationsraum

In den folgenden Abbildungen sind die Bereiche im Artikulationsraum dargestellt, die von den Hörenden und Gehörlosen bei der Vokalartikulation hauptsächlich benutzt werden. Die erste Abbildung (vgl. Abb. 125) zeigt die Bereiche von Artikulationsstellungen bei allen gesprochenen Vokalen. Es ist festzustellen, daß der Bereich der Gehörlosen insgesamt sehr viel kleiner ist als derjenige der Hörenden; besonders wenig wird demnach von den Gehörlosen im pharyngalen und vorderen oralen Bereich artikuliert. Bei einer weiteren Abbildung (vgl. Abb. 126) sind die Vokale der Wörter "kam" und "Kamm" ausgelassen. - Bei der Artikulation dieser Vokale ist nämlich bei den Gehörlosen in extremer Weise der Unterkiefer beteiligt, während sich die Zunge vorwiegend passiv mitbewegt; in dieser Untersuchung ist jedoch das Artikulationsverhalten der Zunge von besonderem Interesse. - Anhand dieser Abbildung zeigt sich wiederum, daß der von den Gehörlosen genutzte Bereich im Artikulationsraum sehr viel kleiner ist als bei den Hörenden; eine besonders mangelhafte Ausnutzung ist im pharyngalen und vor allem im vorderen oralen Artikulationsraum zu beobachten. Weiterhin wird anhand dieser Darstellung deutlich, daß der von den Gehörlosen bei

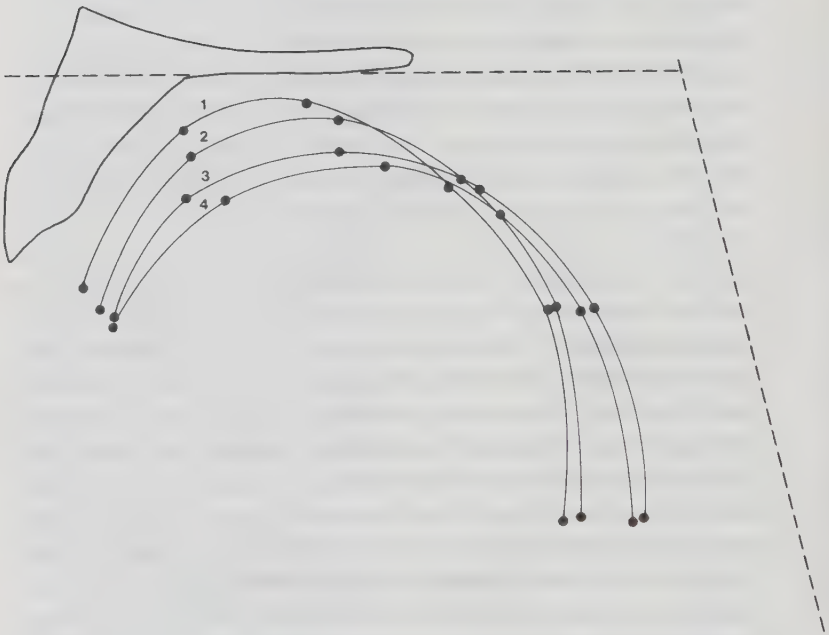


Abb. 121: Durchschnittliche Artikulationsstellungen der Vokale in den Testwörtern "lieb" (1), "Beet" (2), "spät" (3), "Bett" (4) bei den Hörenden

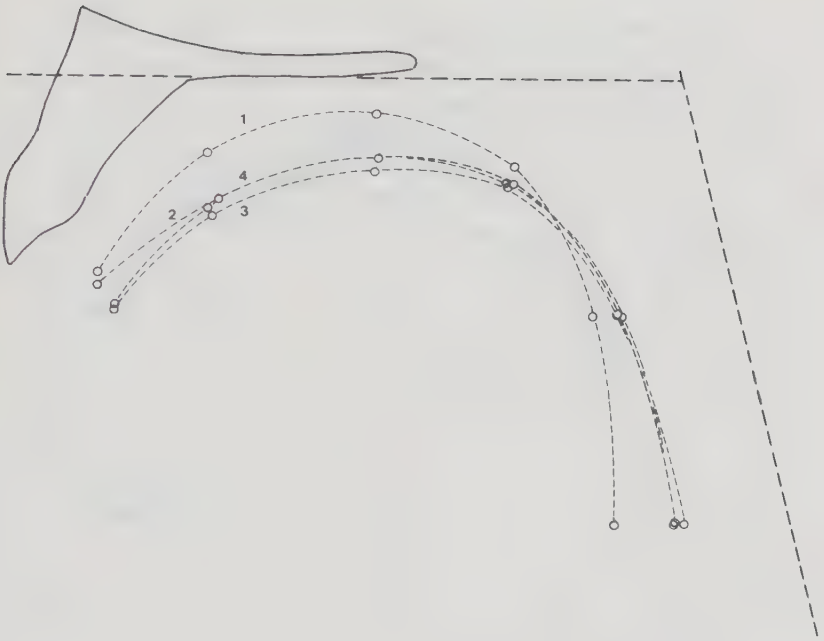


Abb. 122: Durchschnittliche Artikulationsstellungen der Vokale in den Testwörtern "lieb" (1), "Beet" (2), "spät" (3), "Bett" (4) bei den Gehörlosen

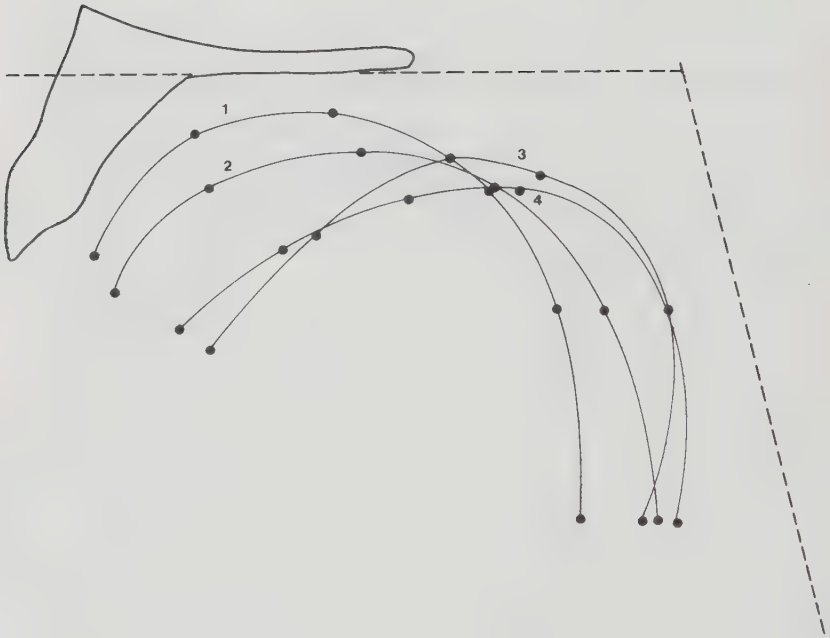


Abb. 123: Durchschnittliche Artikulationsstellungen der Vokale in den Testwörtern "Tür" (1), "schön" (2),"Mus" (3), "muß" (4) bei den Hörenden

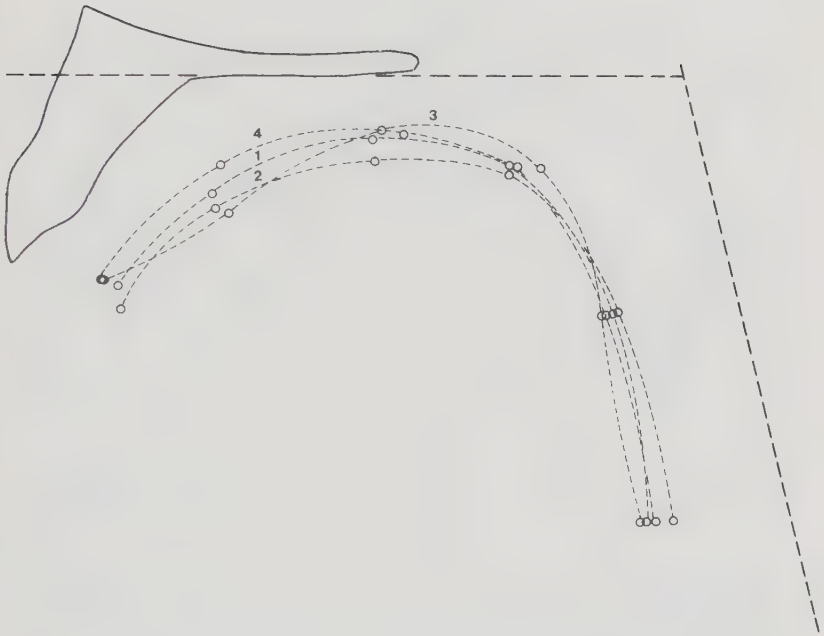


Abb. 124: Durchschnittliche Artikulationsstellungen der Vokale in den Testwörtern "Tür" (1), "schön" (2), "Mus" (3), "muß" (4) bei den Gehörlosen

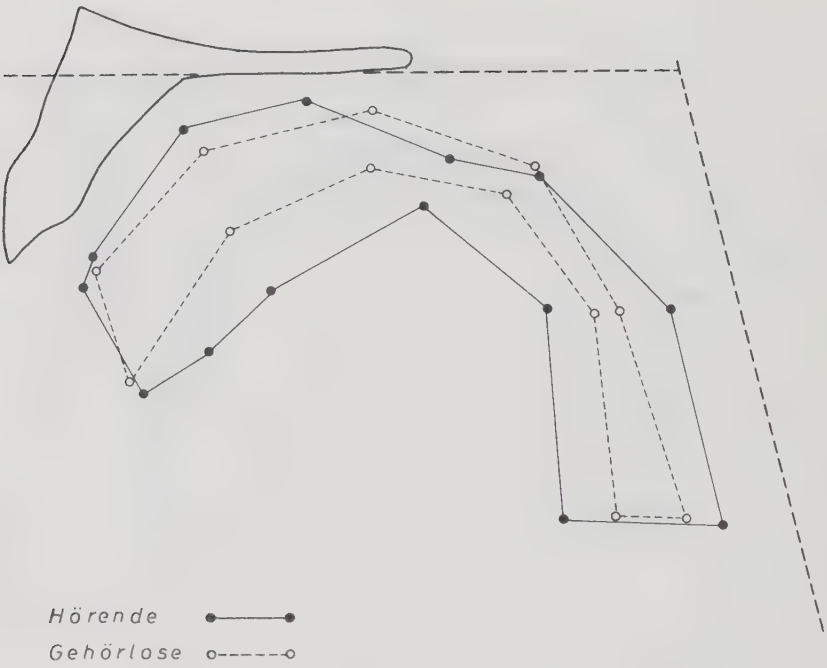


Abb. 125: Genutzter Artikulationsraum bei der Vokalartikulation

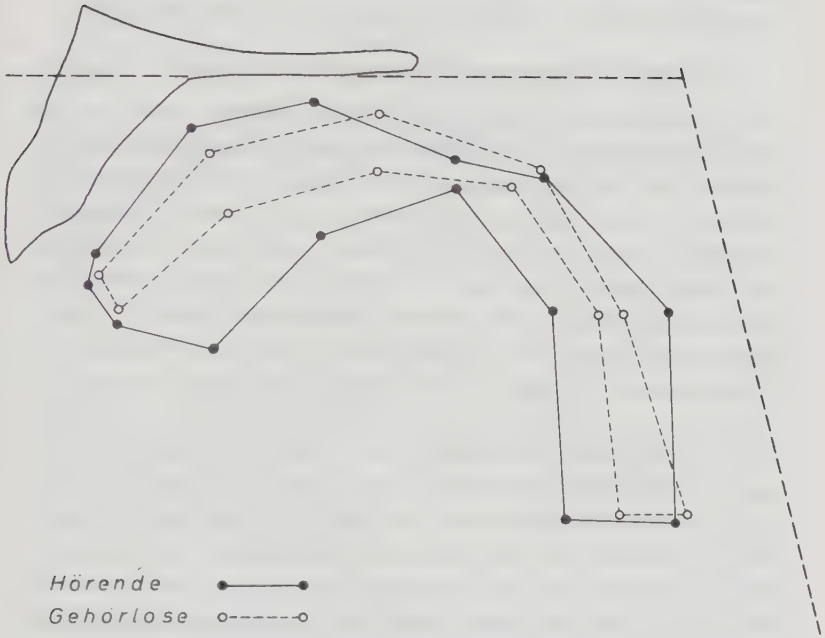


Abb. 126: Genutzter Artikulationsraum bei der Vokalartikulation (ohne die Vokale in "kam" und "Kamm")

der Vokalartikulation bevorzugte Artikulationsbereich im mittleren oralen Artikulationsraum liegt, in dem hauptsächlich der dorsale Zungenbereich artikuliert.

5.2.4. Artikulationsbewegungen

Da schon festgestellt wurde, daß die Gehörlosen bei der Vokalartikulation hauptsächlich mit dem dorsalen Zungenbereich artikulieren, soll im Folgenden untersucht werden, welche Artikulationsbewegungen dieser Zungenbereich bei Hörenden und Gehörlosen vorwiegend ausführt. Zu diesem Zweck wird das Verhalten des Zungenpunktes (ZC) beobachtet, indem dessen Bewegungen sowohl in der vertikalen (oben-unten) als auch in der horizontalen (vorn-hinten) Ebene des Artikulationsraumes dargestellt wird.

In der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 127) sind für die verschiedenen Vokale bei Hörenden und Gehörlosen jeweils die durchschnittliche Lage mit den entsprechenden Streuungen bezüglich der vertikalen Relation (oben-unten) aufgezeigt. Bei Berücksichtigung der Extremwerte fällt auf, daß die Gehörlosen bei diesen Bewegungsausführungen in einem engeren Bereich artikulieren als die Hörenden.

Die nächste Abbildung (vgl. Abb. 128) zeigt die jeweilige Lage des Zungenpunktes ZC in der horizontalen Ebene hinsichtlich der Relation "vorn-hinten". Anhand dieser graphischen Darstellung wird unmittelbar deutlich, daß die Hörenden auch in dieser Richtung den einzelnen Vokalen entsprechend stark diskriminieren und über einen relativ großen Bereich artikulieren; die Gehörlosen zeigen in dieser Hinsicht nur eine sehr minimale Bewegungsausführung, entsprechend klein ist dieser Artikulationsbereich.

In einer zusammenfassenden Darstellung (vgl. Abb. 129)

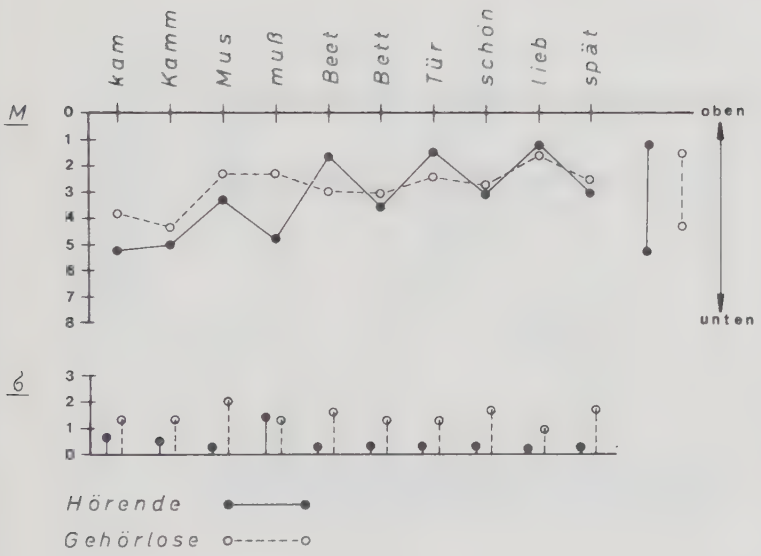


Abb. 127: Durchschnittliche Lage - mit den entsprechenden Streuungen - des Zungenpunktes ZC in der vertikalen Ebene hinsichtlich der Relation "oben-unten" bei der Vokalartikulation hörender und gehörloser Sprecher

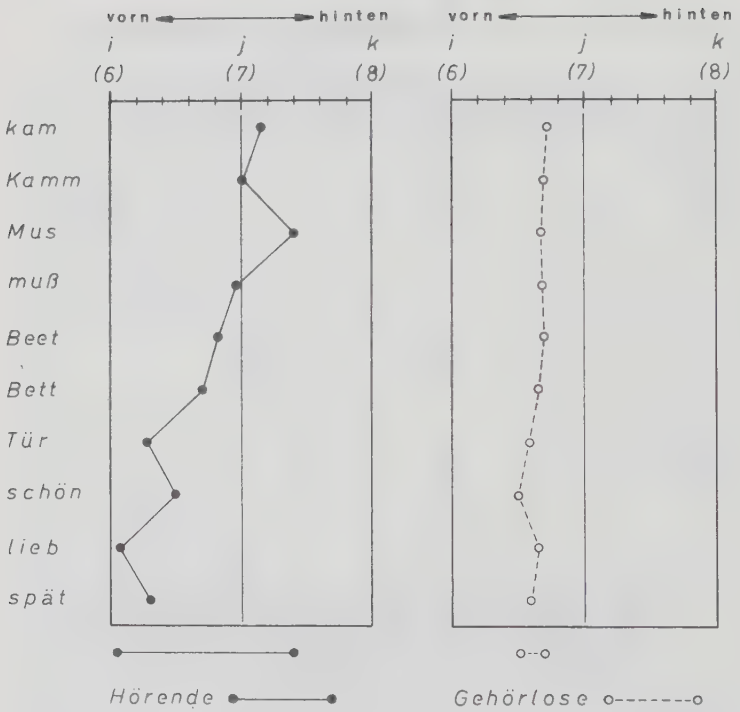


Abb. 128: Durchschnittliche Lage des Zungenpunktes ZC in der horizontalen Ebene hinsichtlich der Relation "vorn-hinten" bei der Vokalartikulation hörender und gehörloser Sprecher

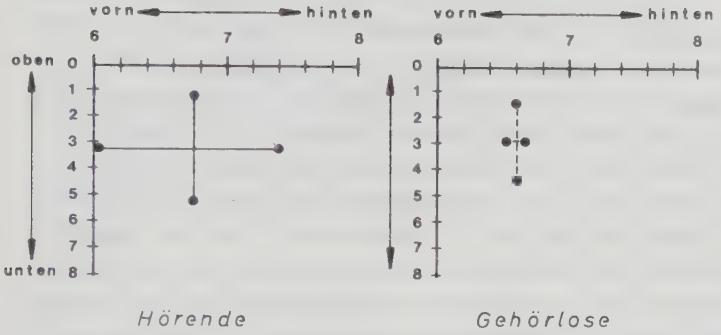


Abb. 129: Durchschnittliche Lage des Zungenpunktes ZC in der horizontalen und vertikalen Ebene bei hörenden und gehörlosen Sprechern

werden die betrachteten Artikulationsbewegungen bei Hörenden und Gehörlosen einander gegenübergestellt. Aufgrund dieses Vergleichs kann man feststellen: die Hörenden artikulieren in den beobachteten Richtungen etwa in gleichem Ausmaß; wohingegen die Gehörlosen bei der Vokalartikulation hauptsächlich Bewegungen in vertikaler Richtung (oben-unten), jedoch kaum in horizontaler Richtung (vorn-hinten) durchführen.

5.2.5. Relation Zungen-Kieferbewegung

Es wird geprüft, ob eine bestimmte Abhängigkeit zwischen der Zungen- und Kieferbewegung bezüglich der Relation "oben-unten" besteht und ob diese hinsichtlich der hörenden und gehörlosen Sprecher unterschiedlich ist. Die Beschreibung der Zungenbewegung wird der Einfachheit halber auf die Darstellung des Zungenpunktes ZC reduziert. Wie aus der Abbildung 130 ersichtlich, ist die jeweilige Lage des Unterkiefers K und des Zungenpunktes ZC bei den verschiedenen Vokalen in zwei getrennte Koordinatensysteme eingetragen, die unmittelbar einen Vergleich zwischen den Hörenden und Gehörlosen ermöglichen.

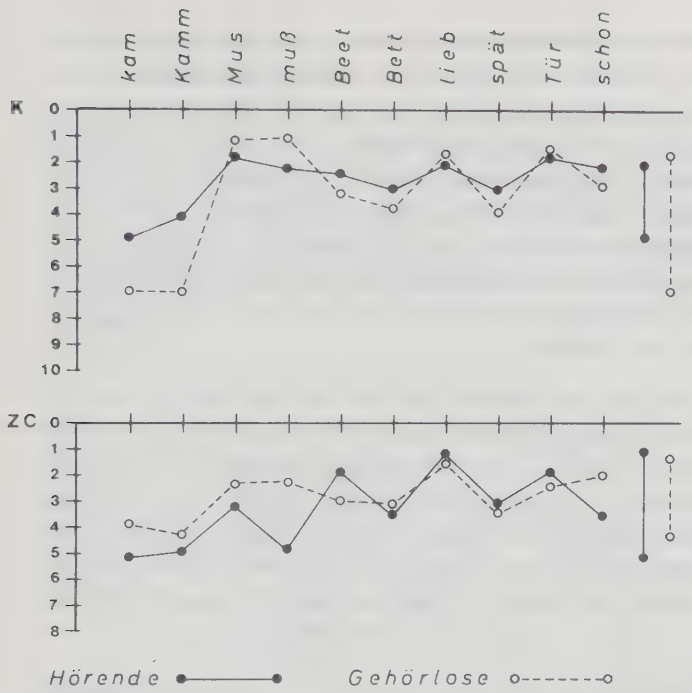


Abb. 130: Durchschnittliche Lage des Zungenpunktes ZC und des Unterkiefers K in der vertikalen Ebene hinsichtlich der Relation "oben-unten" bei der Vokalartikulation hörender und gehörloser Sprecher

Das erste Koordinatensystem (mit K gekennzeichnet) beschreibt die Kieferbewegung bei der Vokalartikulation. Es fällt auf, daß die Gehörlosen bei offenen Vokalen (kam, Kamm) einen viel stärkeren, bei halboffenen (Beet, Bett, spät, schön) einen stärkeren, dagegen bei geschlossenen Vokalen (Mus, lieb, Tür) einen engeren Öffnungsgrad aufweisen als die Hörenden. Folglich ist die Beteiligung des Unterkiefers an der Vokalartikulation bei den Gehörlosen sehr viel stärker ausgeprägt als bei den Hörenden.

Das zweite Koordinatensystem (mit ZC gekennzeichnet) beschreibt die Zungenbewegung (Zungenpunkt ZC) bei der Vokalartikulation. Hier zeigen die Hörenden (s. Zick-Zack-Verlauf der Kurve) eine viel stärkere Diskriminierung hinsichtlich der Lage des Zungenpunktes bei den verschiedenen Vokalen als die Gehörlosen. Somit ist die Beteiligung der Zunge an der Vokalartikulation bei den Hörenden stärker als bei den Gehörlosen.

Zusammenfassend kann man folgern: die hörenden Sprecher führen bei relativ geringer Kiefer- eine starke Zungenbewegung durch, wohingegen (umgekehrt) die gehörlosen Sprecher im Durchschnitt bei relativ starker Kiefernur eine geringe Zungenbewegung zeigen. Anders ausgedrückt bedeutet dieses: die gehörlosen Sprecher kompensieren eine schwach ausgeprägte Zungenartikulation mit einer relativ starken Kieferbewegung.

5.2.6. Die "individuelle Artikulationsbasis" bei der Vokalartikulation

Bei der Laufbildbetrachtung der Röntgenfilme war dem Verfasser aufgefallen, daß bestimmte Sprecher unter den Gehörlosen überwiegend mit einer zu hohen oder einer zu tiefen Zungenlage artikulieren. Diese Beobachtung wird in der folgenden Abbildung (s. Abb. 131) anhand der Zielpositionen für die verschiedenen Vokale datenmäßig dargestellt.

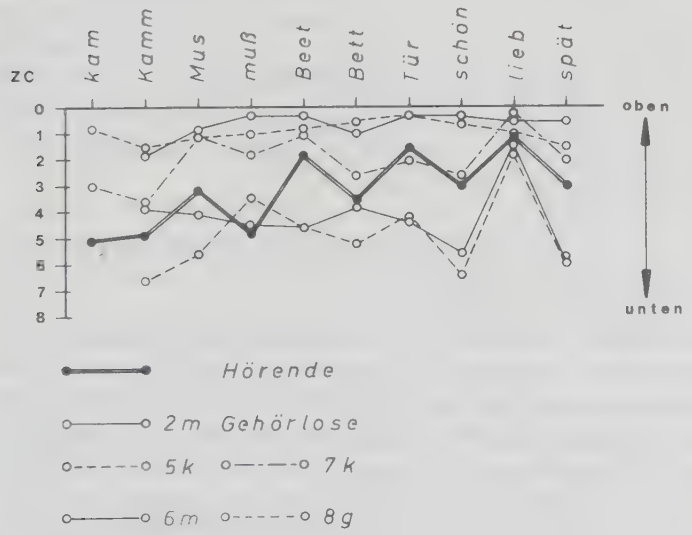


Abb. 131: Die Lage des Zungenpunktes ZC in der Relation "oben-unten" an den Zielpositionen der gesprochenen Vokale bei fünf gehörlosen Sprechern im Vergleich zur durchschnittlichen Lage dieses Punktes bei den Hörenden

Demnach ist festzustellen, daß drei gehörlose Sprecher (2m, 5k, 7k) im Vergleich zur durchschnittlichen Zungenlage bei den Hörenden generell mit einer zu hohen Zungenlage, zwei dagegen (6m, 8g) vorwiegend mit einer zu tiefen Zungenlage die angegebenen Vokale artikulieren. In entsprechender Weise zeigen bei ihnen jene Vokale die geringsten Abweichungen, deren Artikulationsstellungen (bei adäquater Artikulation) in der Nähe der typischen individuellen Zungenlage liegen.

Das hier aufgezeigte und beschriebene Phänomen, welches auch bei der Konsonantenartikulation zu beobachten ist, wird vom Verfasser als "individuelle Artikulationsbasis" definiert: es handelt sich hierbei um eine sprechertypische, von den Hörenden abweichende Zungenlage, die sich im Artikulationsverhalten von Gehörlosen als Stereotyp verfestigt hat und folglich bestimmte Abweichungen in der Artikulation hervorruft.

6. Die Konsonantenartikulation in KVK-Wörtern bei Hörenden und Gehörlosen

Die Beschreibung der Artikulation von Konsonanten in KVK-Wörtern bezieht sich auf das 1. und 5. Segment der segmentierten - auf den Röntgenfilmen sichtbaren - artikulatorischen Abläufe. Jene Segmentgrenzen wurden dem Realisierungstyp entsprechend nach den Kriterien "Verschluß- und Engebildung" und "minimale Bewegung" bezüglich der wesentlich beteiligten Artikulationsorgane bestimmt. Aus der Bildfolge der in dieser Weise beschriebenen Segmente wurde jeweils das mittlere Bild als Repräsentant der typischen Artikulationsstellung für die verschiedenen Konsonanten ausgewählt.
Der folgenden Beschreibung von Artikulationsstellungen bei Konsonanten liegen durchgezeichnete Röntgenbilder zugrunde. Typische Abweichungen, die bei den Gehörlosen

festgestellt wurden, werden hier in Abbildungen vorgezeigt und kurz beschrieben. Die Abbildungen folgen der Anordnung: zuerst Vorzeigen der normalen Artikulationsstellung eines hörenden Sprechers, dann Gegenüberstellung von abweichenden Artikulationsstellungen bei Gehörlosen. Die Realisierungen von relativ leicht zu artikulierenden Konsonanten (wie b, p, m) bleiben unberücksichtigt, da bei ihnen nur wenige Abweichungen (z.B. inadäquate Velumfunktion) zu beobachten waren.

6.1. Der velar-postdorsale Verschlußlaut (k, K) in den Wörtern "kam" und "Kamm"

Die Abbildung 132 zeigt die normale Artikulationsstellung des Lautes "k" von einem hörenden Sprecher. Bei den Realisierungen dieses Lautes treten bei den Gehörlosen im wesentlichen drei verschiedene Typen von Abweichungen auf. Der in der Abbildung 133 dargestellte erste Typ kennzeichnet eine Abweichung, wonach sich der postdorsale Zungenbereich zu weit hinten befindet. In der weiteren Abbildung 134 werden zwei Typen von Abweichungen aufgezeigt; der zweite Typ kennzeichnet die als abweichend anzusehende Bewegung des postdorsalen Zungenbereichs während der Verschlußphase von hinten nach vorn (s. Pfeil in der Abb.), während der dritte Typ den entgegengesetzten Fall (s. entgegengesetzte Pfeilrichtung), die Bewegung von vorn nach hinten, umschreibt.

In der folgenden Tabelle (s. Tab. 13) sind die Beobachtungen bezüglich der gehörlosen Sprecher nach Typen der Abweichung und der Testwörter dargestellt.

Abb.132

Abb.133

Abb.134

Abb. 132, 133, 134 :
Artikulationsstellungen beim velar-postdorsalen Verschlußlaut (k,K)
in den Wörtern "kam" und "Kamm" bei Hörenden (H) und Gehörlosen (G)

Typen:	I.	II.	III.
kam	7k,10m	1k,9g	11g
Kamm	6m,10m	2m,9g	4k,7k,11g

Tab. 13: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (k,K) nach Typen der Abweichung und des Testwortes

Aufgrund dieser Übersicht ist festzustellen, daß bei 8 gehörlosen Sprechern, das sind 73 %, Abweichungen auftreten. Von drei Sprechern (10m, 9g, 11g) wird bei den Wörtern "kam" und "Kamm" derselbe Typ der Abweichung realisiert; in diesen Fällen kann man davon sprechen, daß abweichende Artikulationsmuster reproduziert werden.

6.2. Der alveolar-praedorsale Engelaut (s, ß) in den Wörtern "Mus" und "muß"

Die Abbildung 135 zeigt die normale Artikulationsstellung des Lautes (s, ß) eines hörenden Sprechers. Bei den Gehörlosen treten im wesentlichen drei verschiedene Arten von Abweichungen auf. Der erste Typ wird in der Abbildung 136 sichtbar. Sein charakteristisches Merkmal ist eine zu flache Zungenlage und die fehlende Engebildung. Die Abbildung 137 zeigt den zweiten Typ der Abweichung, welcher durch eine velar-postdorsale Anhebung der Zunge und durch eine zu schwach ausgeprägte Engebildung gekennzeichnet wird. Eine weitere Abbildung (s. Abb. 138) veranschaulicht den dritten Typ; sein spezifisches Merkmal zeichnet sich durch eine hohe palatal-dorsale Zungenlage und durch eine breite Engebildung entlang des Vordergaumens aus. Die folgende Tabelle enthält die Beobachtungen, die nach Testwort, Typ der Abweichung und der Realisierung durch bestimmte Sprecher geordnet sind.

Abb.135

Abb.136

Abb.137

Abb.138

Abb. 135, 136, 137, 138 :
Artikulationsstellungen beim alveolar-prädorsalen Engelaut (s,ß)
in den Wörtern "Mus" und "muß" bei Hörenden (H) und Gehörlosen (G)

Typen:	I.	II.	III.
Mus	1k,2m,8g	5k,9g,11g	7k,10m
muß	2m,8g	5k,9g,10m	7k

Tab. 14: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (s, ß) nach Typen der Abweichung und des Testwortes

Die in der Tabelle vorgelegte Übersicht zeigt, daß bei 8 gehörlosen Sprechern, das sind 73 %, Abweichungen auftreten. Von fünf Sprechern (2m, 5k, 7k, 8g, 9g) wird bei den Wörtern "Mus" und "muß" derselbe Typ der Abweichung realisiert; folglich werden hier abweichende Artikulationsmuster reproduziert.

6.3. Der präpalatal-coronale Engelaut (sch) in den Wörtern "schön" und "spät"

Da die Artikulationsstellungen bei den von Hörenden artikulierten Engelauten in den Testwörtern "schön" und "spät" sehr ähnlich sind, werden sie hier zusammenfassend behandelt.
Die Abbildung 139 zeigt die normale Artikulationsstellung des Lautes (sch) eines hörenden Sprechers. Die Abweichungen, welche bei den Gehörlosen auftreten, lassen sich durch drei Merkmale in entsprechende Typen aufgliedern. Der Typ I (s. Abb. 140) zeichnet sich durch eine zu flache Zungenlage und fehlender Engebildung aus; der Ryp II (s. Abb. 141) wird durch eine velar-postdorsale Anhebung der Zunge und eine zu schwach ausgeprägte Engebildung gekennzeichnet; der Typ III (s. Abb. 142) bezieht sich auf das Merkmal einer zu hohen palatal-dorsalen Zungenlage und der breiten Engebildung entlang des Vordergaumens. Die folgende Tabelle (s. Tab. 15) enthält die Beobachtungen in einer geordneten Übersicht.

Abb. 139, 140, 141, 142 :
Artikulationsstellungen beim präpalatal-coronalen Engelaut (sch) in den Wörtern "schön" und "spät" bei Hörenden (H) und Gehörlosen (G)

Typen:	I.	II.	III.
schön	4k,8g	3m,7k,9g,10m, 11g	2m,7k
spät	4k,8g	3m,5k,7k,9g, 10m,11g	2m

Tab. 15: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (sch) nach Typen der Abweichung und des Testwortes

Aufgrund dieser Übersicht ist festzustellen, daß bei 9 gehörlosen Sprechern, das sind 82 %, Abweichungen auftreten. Von 8 Sprechern (2m, 3m, 4km 7k, 8g, 9g, 10m, 11g) wird bei den Wörtern "schön" und "spät" derselbe Typ der Abweichung realisiert; folglich werden in diesen Fällen abweichende Artikulationsmuster reproduziert.

6.4. Der alveolar-coronale Verschlußlaut (t) in den Wörtern "Beet", "Bett" und "spät"

Die Abbildung 143 zeigt die normale Artikulationsstellung des Lautes (t) von einem hörenden Sprecher. Bei den Gehörlosen treten im wesentlichen drei verschiedene Arten von Abweichungen auf. Der erste Typ wird in der Abbildung 144 sichtbar; sein charakteristisches Merkmal ist die interdentale Zungenlage. Die Abbildung 145 zeigt den zweiten Typ der Abweichung, welcher durch eine breite dental/alveolare-prädorsale Verschlußbildung gekennzeichnet wird. Eine weitere Abbildung (s. Abb. 146) veranschaulicht den dritten Typ; neben der relativ breiten Verschlußbildung zeichnet sich dieser Typ durch eine extrem hohe palatal/velare-postdorsale Zungenlage aus, so daß es fast zu einer zweiten Verschlußbildung kommt. Die folgende Tabelle (s. Tab. 16) enthält die Beobachtungen, die nach Testwort, Typen der Abweichung und der Realisierung durch bestimmte Sprecher geordnet sind.

Abb.143

Abb.144

Abb.145

Abb.146

Abb. 143, 144, 145, 146 :
Artikulationsstellungen beim alveolar-coronalen Verschlußlaut (t)
in den Wörtern "Beet", "Bett" und "spät" bei Hörenden (H) und
Gehörlosen (G)

Typen:	I.	II.	III.
Beet	1k	10m,11g	2m,7k,9g
Bett	1k	4k, 7k,11g	2m,5k,6m,8g
spät	1k	4k,10m,11g	2m,6m,9g

Tab. 16: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (t) nach Typen der Abweichung und des Testwortes

Die in der Tabelle vorgelegte Übersicht zeigt, daß bei 9 gehörlosen Sprechern, das sind 82 %, Abweichungen auftreten. Von 7 Sprechern (1k, 2m, 4k, 6m, 9g, 10m, 11g) wird bei den Wörtern derselbe Typ der Abweichung realisiert; abweichende Artikulationsmuster werden also reproduziert.

6.5. Der alveolar-coronale Nasal (n) im Wort "schön"

Die normale Artikulationsstellung des Lautes (n) von einem hörenden Sprecher ist in der Abbildung 147 dargestellt. Die Abweichungen, welche bei den Gehörlosen auftreten, lassen sich durch drei Merkmale in entsprechende Typen aufgliedern. Der Typ I (s. Abb. 148) zeichnet sich durch eine hohe postpalatal-postdorsale Zungenlage aus; Der Typ II (s. Abb. 149) wird durch eine breite dental/alveolar-prädorsale Verschlußbildung gekennzeichnet; der Typ III (s. Abb. 150) bezieht sich auf das Merkmal einer velar-postdorsalen Verschlußbildung. Die folgende Tabelle (s. Tab. 17) enthält die Beobachtungen in einer geordneten Übersicht.

Abb.147

Abb.148

Abb.149

Abb.150

Abb. 147, 148, 149, 150 :
Artikulationsstellungen beim alveolar-coronalen Nasal (n) in dem Wort "schön" bei Hörenden (H) und Gehörlosen (G)

Typen:	I.	II.	III.
schön	2m,5k,7k	1k,4k,10m	6m

Tab. 17: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (n) beim Wort "schön" nach Typen der Abweichung

Aufgrund dieser Übersicht ist festzustellen, daß bei 7 gehörlosen Sprechern, das sind 64 %, Abweichungen auftreten.

6.6. Der alveolar-coronale Laterallaut (l) in dem Wort "lieb"

Die Abbildung 151 zeigt die normale Artikulationsstellung des Lautes (l) eines hörenden Sprechers. Bei den Gehörlosen treten hauptsächlich drei verschiedene Arten von Abweichungen auf. Der erste Typ wird in der Abbildung 152 sichtbar. Sein charakteristisches Merkmal ist die zu flache Zungenlage. Die Abbildung 153 zeigt den zweiten Typ der Abweichung; dieser ist durch eine starke postpalatal-postdorsale Anhebung der Zunge gekennzeichnet. Eine weitere Abbildung (s. Abb. 154) veranschaulicht den dritten Typ; sein spezifisches Merkmal ist eine vom vorderen Zungenbereich durchgeführte Auf- und Abwärtsbewegung entlang des Vordergaumens (s. Pfeile in der Abbildung 154). In der folgenden Tabelle (s. Tab. 18) sind die Beobachtungen bezüglich der verschiedenen Abweichungen dargestellt.

Typen:	I.	II.	III.
lieb	8g	1k,5k,7k	4k,6m,9g

Tab. 18: Darstellung der beobachteten Abweichungen bei Artikulationsstellungen des Lautes (l) beim Wort "lieb" nach Typen der Abweichungen und der Sprecher

Abb.151

Abb.152

Abb.153

Abb.154

Abb. 151, 152, 153, 154 :
Artikulationsstellungen beim alveolar-coronalen Lateralallaut (l)
bei Hörenden (H) und Gehörlosen (G)

Die in der Tabelle vorgelegte Übersicht zeigt, daß bei 7 gehörlosen Sprechern, das sind 64 % , Abweichungen auftreten.

6.7. Der Kieferöffnungsgrad bei der Konsonantenartikulation

Die Beobachtungen bezüglich der Kieferöffnung (K) bei der Artikulation der verschiedenen Konsonanten sind in der Tabelle 19 (S.308) zahlenmäßig dargestellt. Betrachtet man zunächst die Werte bei den Hörenden, so ist festzustellen, daß sich bei ihnen die Mittelwerte (berechnet über die Zeilen) deutlich voneinander unterscheiden; d.h. die einzelnen hörenden Versuchspersonen artikulieren diese Konsonanten mit unterschiedlich großer Kieferöffnung. Daß dieses bei den einzelnen Versuchspersonen durchgängig der Fall ist, nämlich kleine oder große Kieferöffnung, zeigt die geringe Abweichung bei den Streuwerten. Die Beobachtung der etwa gleich großen Streuung bei den verschiedenen Versuchspersonen läßt darauf schließen, daß es sich hinsichtlich des Öffnungsgrades bei den verschiedenen Konsonanten um ein in sich geschlossenes System jeder Versuchsperson handelt. Aufgrund der Absolutwerte bei den einzelnen hörenden Versuchspersonen ist festzustellen (s. Spalten), daß bei allen realisierten Konsonanten der Kiefer geöffnet ist.
Auch die Mittelwerte bei den Gehörlosen (berechnet über die Zeilen) sind ähnlich unterschiedlich wie bei den Hörenden; demnach gibt es auch Gehörlose, die Konsonanten entweder mit einer kleineren oder größeren Kieferöffnung artikulieren. Berücksichtigt man allerdings die entsprechenden Streuwerte, welche sich voneinander erheblich unterscheiden, so kann man nicht übereinstimmend sagen, daß durchgängig entweder mit einer kleinen oder großen Kieferöffnung artikuliert wird. Folglich weist auch die große Abweichung bei den Streuwerten darauf hin, daß es sich hinsichtlich des Öffnungsgrades bei den verschiedenen Konsonanten nicht wie bei den Hörenden um ein in sich ge-

Tab. 19: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte des Unterkiefers (K) bei der Konsonantenartikulation (- bezogen auf das mittlere Bild dieser Artikulationsphase)

H ö r e n d e :

Vp	Mus	muß	schön	spät	Beet	Bett	spät	schön	lieb	M	ó
1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,8	0,6	0,8	1,6	0,58	0,43
2	0,2	0,8	0,3	0,3	0,8	1,0	0,8	1,5	2,0	0,85	0,47
3	0,5	1,0	0,5	0,3	0,5	1,5	1,1	1,0	1,8	0,90	0,48
4	1,2	1,2	0,8	0,8	1,0	1,4	1,2	1,6	2,5	1,30	0,49
M	0,55	0,80	0,65	0,40	0,70	1,17	0,90	1,22	1,97		
ó	0,39	0,37	0,30	0,47	0,21	0,29	0,22	0,32	0,33		

G e h ö r l o s e :

Vp	Mus	muß	schön	spät	Beet	Bett	spät	schön	lieb	M	ó
1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,8	1,3	1,0	3,0	0,90	0,98
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,8	1,5	0,45	0,69
3	0,8	0,3	0,3	1,0	1,3	2,3	1,3	1,3	3,0	1,29	0,83
4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	1,5	2,0	4,5	1,29	1,41
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	0,33	0,67
6	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2	1,4	1,4	0,6	2,2	0,78	0,76
7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	2,2	3,0	3,4	1,35	1,30
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,4	0,8	1,6	0,44	0,51
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	3,0	0,67	1,03
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	3,0	0,67	1,03
11	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2	0,62	0,61
M	0,09	0,03	0,03	0,09	0,84	1,23	1,04	1,28	2,64		
ó	0,23	0,09	0,09	0,29	0,65	0,73	0,64	0,69	0,99		

(+)

(+) Bei den Absolutwerten entspricht eine Einheit (1,00) 0,5cm

schlossenes System handelt, sondern um eine mehr oder weniger willkürliche Kieferartikulation.
Betrachtet man die Absolutwerte bei den einzelnen gehörlosen Versuchspersonen (s. Spalten), so ist festzustellen, daß im Gegensatz zu den Hörenden häufig Kieferverschlüsse (0,00) auftreten. Besonders deutlich wird diese Beobachtung bei den Versuchspersonen (2,5,9,10) und bei den Konsonanten (s, ß, sch, s); nur eine Versuchsperson (3) zeigt wie die Hörenden bei allen Konsonanten Öffnungen. Aufgrund dieser Beobachtungen kann man hinsichtlich der alveolar und präpalatal-coronalen Engelaute in (Mus, muß, schön, spät) folgern, daß sie von den Gehörlosen fast ausnahmslos mit einem Kieferverschluß artikuliert werden. Mit dieser Feststellung wird allerdings nicht behauptet, daß aufgrund der in Röntgenbildern beobachteten Verschlußbildungen (das Röntgenbild enthält nur die Verhältnisse der mittleren Sagittalebene) kein Luftaustritt möglich ist; es kann aber angenommen werden, daß dieser anders als bei den Hörenden vor sich geht und daß er möglicherweise geringer ist.

6.8. Die "individuelle Artikulationsbasis" bei der Konsonantenartikulation

Bei der Vokalartikulation wurde bereits festgestellt, daß bestimmte gehörlose Sprecher Vokale überwiegend mit einer zu hohen oder einer zu tiefen Zungenlage artikulieren. Es wird -wie folgt- überprüft, ob jene individuellen Verhaltensweisen auch bei der Konsonantenartikulation zu beobachten sind. In der Tabelle 20 (S.310) sind die entsprechenden Werte des Zungenpunktes (ZC) zahlenmäßig dargestellt. Betrachtet man zunächst die Werte bei den Hörenden, so ist festzustellen, daß sich deren Mittelwerte (berechnet über die Zeilen), welche zwischen 2,45 und 2,99 liegen, und die entsprechende Streuwerte nur geringfügig unterscheiden. Ein Vergleich mit den Werten bei den Gehörlosen ergibt, daß vor allem vier gehörlose Sprecher (2,5, 7,8) aufgrund ihrer Mittelwerte auffallen. Drei Versuchs-

Tab. 20: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte des Zungenpunktes (ZC) bezüglich der Relation "oben/unten" bei der Konsonantenartikulation (- bezogen auf das mittlere Bild dieser Artikulationsphase)

H ö r e n d e :

Vp	Mus	muß	schön	spät	Beet	Bett	spät	schön	lieb	M	ó
1	3,6	3,0	2,6	2,0	2,6	2,4	2,6	2,8	2,8	2,71	0,41
2	4,5	4,3	1,8	2,0	2,5	3,3	2,5	3,0	2,3	2,91	0,91
3	3,3	4,0	2,0	2,0	2,5	2,8	2,0	2,5	1,0	2,45	0,81
4	3,6	4,4	3,4	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,5	2,99	0,80
M	3,75	3,93	2,45	2,25	2,40	2,88	2,28	2,76	2,15		
ó	0,45	0,55	0,62	0,43	0,23	0,33	0,28	0,42	0,69		

G e h ö r l o s e :

Vp	Mus	muß	schön	spät	Beet	Bett	spät	schön	lieb	M	ó
1	2,5	2,0	3,0	2,3	2,8	2,8	2,3	3,8	2,8	2,70	0,49
2	1,0	1,0	0,5	0,8	0,3	1,3	1,0	1,3	0,5	0,85	0,34
3	1,8	2,5	2,0	2,5	2,5	2,8	2,3	2,5	2,8	2,40	0,31
4	2,3	2,3	3,0	2,5	3,5	1,5	2,3	2,3	4,0	2,63	0,70
5	1,3	1,0	1,0	1,5	1,0	0,3	1,3	1,0	1,8	1,13	0,39
6	3,0	3,0	3,4	2,8	0,4	0,8	0,8	3,0	3,6	2,30	1,19
7	0,6	1,0	1,0	2,0	0,4	1,8	1,6	3,0	1,2	1,40	0,68
8	4,0	3,2	4,4	3,8	3,0	0,4	2,8	3,0	5,4	3,33	1,30
9	1,6	2,2	2,4	2,0	0,4	0,4	0,6	1,2	4,6	1,70	1,25
10	1,0	0,8	1,0	1,0	1,6	1,2	1,2	3,6	2,2	1,50	0,70
11	1,4	2,0	1,8	1,2	2,2	1,8	1,6	2,6	1,8	1,82	0,39
M	1,86	1,90	2,14	2,04	1,65	1,37	1,62	2,48	2,79		
ó	0,96	0,80	1,17	0,84	1,15	0,85	0,68	0,91	1,42		(+)

(+) Bei den Absolutwerten entspricht eine Einheit (1,00) 0,5cm

personen (2,5,7) zeigen einen relativ niedrigen Mittelwert (M_2= 0,85 ; M_5= 1,13 ; M_7= 1,40) und eine geringe Streuung; d.h. sie artikulieren die Konsonanten mit einer hohen Zungenlage (hohe Artikulationsbasis). Die Versuchsperson (8) zeigt einen hohen Mittelwert (M_8= 3,33), folglich handelt es sich hier um eine tiefe Artikulationsbasis.
In der folgenden Tabelle (s. Tab. 21) sind die Versuchspersonen aufgeführt, die bei der Vokal- oder Konsonantenartikulation durch eine besondere Artikulationsbasis aufgefallen sind.

	hohe Artikulationsbasis	tiefe Artikulationsbasis
Vokalartikulation	2, 5, 7,	6, 8,
Konsonantenartikulation	2, 5, 7,	-, 8,

Tab. 21: Die Artikulationsbasis von gehörlosen Sprechern bei der Vokal- und Konsonantenartikulation

Aufgrund der tabellarischen Übersicht ist festzustellen, daß dieselben Sprecher durch ihre bestimmte Artikulationsbasis bei der Vokal- und Konsonantenartikulation auffallen. Somit kann man schließen, daß es sich bei dem beobachteten Phänomen der "individuellen Artikulationsbasis" - zumindestens für die Sprecher (2,5, 7 und 8) - um ein generelles Artikulationsverhalten handelt.

VII. Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Eine Bewertung der Untersuchungsergebnisse muß notwendigerweise die Untersuchungsbedingungen und die verwendeten Auswertungsmethoden berücksichtigen. Die für statistische Aussagen relativ geringe Anzahl von Versuchspersonen und das begrenzte Testmaterial, die unterschiedlichen Ansatzrohrgrößen und die Überführung der Meßdaten in vergleichbare Werte lassen nur bedingt verallgemeinernde Aussagen über die gewonnenen Ergebnisse zu. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß sich diese nur auf den artikulatorischen Manifestationsbereich beziehen und daß folglich Rückschlüsse auf den auditiven oder akustischen Manifestationsbereich nur sehr bedingt zulässig sind. [1)]

Das Artikulationsverhalten von hörenden und gehörlosen Sprechern wurde datenmäßig dargestellt und miteinander verglichen. Diese komparative Methode ging von der Voraussetzung aus, daß das Artikulationsverhalten der hörenden Sprecher normal (regulär) ist und folglich als Vergleichsbasis dienen kann. Ein diesem gegenüber bei den Gehörlosen auffallendes andersartiges Verhalten wurde als abweichend (irregulär) angesehen.

Bevor die aufgestellten Hypothesen im einzelnen mit den Ergebnissen dieser Untersuchung verglichen und überprüft werden, soll eine zum Zeitpunkt der Hypothesenbildung noch nicht problematisierte, jedoch wesentliche Beobachtung vorausgeschickt werden. Die bei den Gehörlosen im Artikulationsverhalten auftretenden Abweichungen lassen sich nämlich grundsätzlich in zwei Dimensi-

---

1) Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Auswertung des entsprechenden akustischen Datenmaterials und die auditive Beurteilung des Gesprochenen einer späteren Untersuchung vorbehalten bleibt.

onen betrachten:

1.) die Dimension gruppentypischer Abweichungen und

2.) die Dimension individuelltypischer Abweichungen.

Die erste Dimension bezieht sich auf Beobachtungen, welche durch Mittelwert- und Streuungsberechnungen abgesichert, eine vereinheitlichende Tendenz im irregulären Artikulationsverhalten aller gehörlosen Versuchspersonen feststellen, so daß folglich auch hinsichtlich ihres Verhaltens von einer "gruppenspezifischen regulären Irregularität" gesprochen werden kann. Die zweite Dimension kennzeichnet irreguläre Verhaltenszüge bei der Artikulation bestimmter einzelner Sprecher; sie sind aufzeigbar, wenn in einem bestimmten Beobachtungsfeld bei einer Versuchsperson wiederholt dieselben abweichenden Artikulationsmuster auftreten. In diesen Fällen kann man hinsichtlich des Artikulationsverhaltens von einer "individuellen regulären Irregularität" sprechen.

1.) (1.) Hypothese: Die zeitliche Strukturierung ist in der Realisierung von aufeinanderfolgenden Segmenten bei Gehörlosen weniger stark ausgeprägt oder gestört.

Wie in (VI. 3.) dargelegt wird diese Hypothese durch die Untersuchungsergebnisse, die statistisch abgesichert (signifikant) sind, bestätigt. Wesentlich bei diesen Ergebnissen ist die Feststellung, daß bei Hörenden und Gehörlosen fast nie dieselben artikulatorischen Segmente korrelieren; d.h. der Zeitverlauf in der Artikulation bei Gehörlosen ist vor allem überwiegend anders strukturiert. Obwohl weitergehende Schlußfolgerun-

gen nur hypothetischen Charakter haben können, ist die Vermutung naheliegend, daß der Normalhörende die phonetischen Äußerungen von Gehörlosen vornehmlich wegen ihrer andersartigen zeitlichen Strukturierung als befremdend empfindet.

2.) (4.) Hypothese: Bei der Segmentbindung fehlen typische koartikulatorische Verflechtungen oder es treten andersartige Verknüpfungen auf.

Im Kapitel (VI.4.1.-10.) sind die Bewegungen von vier definierten Zungenpunkten der Artikulationsphasen (Konsonant-Vokal) der Testwörter (KVK) in Kurvenverläufen dargestellt und ausgewertet worden. Die Ergebnisse bestätigen die aufgestellte Hypothese, wonach die Segmentbindungen bei Gehörlosen erheblich gestört sind. Wie schon Menzerath und de Lacerda (1933) nachwiesen, vollzieht sich die Artikulation bei Hörenden in einer Dauerbewegung, derzufolge typische Lautstellungen nur durchlaufen werden; dem dynamischen Aspekt von in Wechselwirkung stehenden Bewegungsabläufen wird besondere Bedeutung beigemessen. In den letzten Dekaden phonetischer Forschung verstärkte sich gegenüber einer "positionalen" vermehrt die Betrachtungsweise einer "dynamischen" Artikulation. Die bei der Artikulation von Segmentfolgen auftretenden ineinander übergreifenden Bewegungsabläufe werden üblicherweise mit dem Begriff der "Koartikulation" umschrieben.
Die hinsichtlich der Koartikulation bei den Gehörlosen festgestellten Abweichungen sind recht unterschiedlich; folgende (die Beobachtungen beziehen sich nur auf die Zungenartikulation) treten auf:

a) es zeigt sich überhaupt keine Bewegung (z.B. bei 3m, 5k, 8g);
b) es liegt eine andersartige koartikulatorische Be-

wegung vor, indem sich die Zunge von der ersten (inadäquaten) Zielposition zur zweiten (adäquaten) Zielposition bewegt;

c) es liegt eine andersartige koartikulatorische Bewegung vor, indem sich die Zunge von der ersten (adäquaten) Zielposition zur zweiten (inadäquaten) Zielposition bewegt;

d) es liegt eine andersartige koartikulatorische Bewegung vor, indem sich die Zunge von der ersten (inadäquaten) Zielposition zur zweiten (inadäquaten) Zielposition bewegt;

e) es liegt eine gestörte koartikulatorische Bewegung vor, dadurch, daß sich der Bewegungsablauf in zeitlich abgesetzten Bewegungsschüben vollzieht;

f) es liegt eine gestörte koartikulatorische Bewegung vor, dadurch, daß der gesamte Bewegungseinsatz und - ablauf mit zeitlichen Verzögerungen auftritt (z.B. bei 1k, 4k, 5k).

Dieser Katalog von Abweichungen hinsichtlich der Segmentbindungen zeigt schon, wie verschiedenartig die Artikulation von Gehörlosen ausfällt. Zwar treten auch hier bestimmte Abweichungen (s. Text) verstärkt auf, doch gehen die Ergebnisse dieser Untersuchung eher dahin, daß bei der Artikulation von Gehörlosen mehr individualtypische als gruppentypische Abweichungen auftreten.

3. (5.) Hypothese: Während der Segmentbindungen werden unökonomische und "falsche" Bewegungen der Artikulationsorgane ausgeführt.

Da die Bewegung der Zunge insgesamt durch vier verschiedene Zungenpunkte von der Ausgangsposition zur Zielposition einer definierten Artikulationsphase in Kurvenverläufen dargestellt wurde, konnte an ihnen die Zungenbewegung hinsichtlich des Merkmals "unökonomische

Bewegung" beurteilt werden. Es zeigte sich, daß zwar bei allen gehörlosen Sprechern unökonomische Bewegungen auftreten, jedoch im Ausmaß, bezogen auf die einzelnen Versuchspersonen, sehr unterschiedlich; die Bewertungsskala verläuft von "unerheblich" bis "erheblich". Es fallen wiederum drei einzelne Sprecher (1k, 4k, 9g) auf, die erhebliche unökonomische Bewegungen zeigen. Dabei ist interessant, daß jeder dieser drei Sprecher die unökonomischen Bewegungen nach ähnlichen Mustern durchführt. Artikulatorisches Fehlverhalten wird demnach reproduziert.

4. (7.) Hypothese: Bei der Zungenartikulation zeigt sich eine mangelhafte Differenzierung in der Bewegungsausführung.

Diese Hypothese wird durch die Ergebnisse der Untersuchung bestätigt. Die in Kurvenverläufen dargestellten Bewegungen bestimmter definierter Zungenpunkte machen das Bewegungsmuster des gesamten Zungenkörpers sichtbar. Häufig vorkommende Parallelverläufe der Zungenpunktkurven lassen erkennen, daß der Zungenkörper von Gehörlosen jeweils global (d.h. zeitlich und getrennt nach Zungenbereichen undifferenziert) gesteuert wird, während Hörende - differenziert nach Zungenbereich und nach einer präzisen zeitlichen Koordinierung - angestrebte Zielpositionen erreichen.

5. (2) Hypothese: Bei der Artikulation von Vokalen treten Reduktionserscheinungen auf; die typischen Artikulationsstellungen werden häufig nicht eingenommen.

Diese Hypothese wird voll bestätigt; bei der Auswertung zeigte sich jedoch, daß die Ergebnisse weit differenziertere Aussagen zuließen. Sie werden in Unter-

punkten dargestellt.

a) Artikulationsstellungen: Die Artikulationsstellungen bei einzelnen Vokalen unterscheiden sich teils erheblich von denjenigen der Hörenden. Starke Abweichungen sind bei den Vokalen in den Wörtern "kam", "Kamm", "Mus", "muß" und "Beet" festzustellen (eine auditive Beurteilung muß nicht zu demselben Ergebnis kommen); bei den von Gehörlosen artikulierten "a"-Vokalen fehlt generell die bei Hörenden beobachtete Verengung im Rachenraum, welche durch eine Bewegung der Zunge nach hinten erreicht wird. Bei den "u"-Vokalen wird von den Gehörlosen zwar auch durch eine entsprechende Zungenwölbung überwiegend eine Verengung gebildet. Diese befindet sich aber nicht wie bei den Hörenden hinten im Artikulationsraum, sondern in der Mitte. - Eine wenig ausgeprägte Zungenartikulation bei gerundeten Vokalen kann zwar von Hörenden durch eine kompensierende Lippenformation ausgeglichen werden; ob diese kompensierende Ersatzartikulation auch von den Gehörlosen entsprechend durchgeführt wird, ist kaum anzunehmen. [1] Diese

---

1) Die "komensatorische Artikulation" bei Hörenden ist anhand mehrerer Beispiele in der phonetischen Literatur aufgezeigt worden. Sie ist prinzipiell möglich, da ein bestimmtes akustisches Resultat durch verschiedene Konfigurationen des Ansatzrohres erzielt werden kann. Hörende Sprecher können, wie Versuche zeigten, Behinderungen bei der Artikulation durch spontan einsetzende kompensatorische Artikulationsbewegungen ausgleichen. Ganz anders liegt der Fall bei Gehörlosen; wegen der fehlenden auditiven Rückkopplung ist eine spontane kompensatorische Artikulation nicht möglich. Wenn man bei Gehörlosen von kompensatorischer Artikulation spricht, so bezieht sich dieser Ausdruck auf bestimmte andersartige (nicht übliche) artikulatorische Verhaltenszüge, welche möglicherweise vom Gehörlosenlehrer bewußt eingeübt worden oder welche zufällig Ergebnisse von Lernprozessen sind; das Ziel dieser kompensatorischen Maßnahmen ist ein adäquater akustischer Output.

Frage kann aber nur in Verbindung mit einer akustisch-auditiven Analyse beantwortet werden. - Bei den zwei genannten Vokaltypen liegen die Verengungsstellen im hinteren Artikulationsraum, deren Zielpositionen durch eine relativ komplizierte Zungenbewegung (das gilt vor allem für den "offenen" und "geschlossenen" Typ) erreicht wird. Der hintere Artikulationsraum ist aber für den Artikulationsschüler selbst und für den Lehrer optisch kaum zugänglich. Das visuelle Feedback kann deshalb nur wenig zur Steuerung der Zungenbewegungen beitragen. Außerdem kommt erschwerend hinzu, daß der Bereich im hinteren Artikulationsraum, wie im Kapitel (I. 4.2.-4.) gezeigt wurde, hinsichtlich der Sensibilität und entsprechender perzeptiver Leistungen nur schwach ausgestattet ist. Demnach ist das Erlernen einer adäquaten Artikulation in diesem Bereich in doppelter Hinsicht äußerst schwierig. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen somit die theoretischen Überlegungen, wonach die Artikulation Gehörloser im hinteren Artikulationsraum besonders problematisch erscheint. Der "ee"-Vokal im Testwort "Beet" gehört zur Reihe der Vordervokale und wird von Normalhörenden mit relativ kleiner Kieferöffnung gesprochen. Die bezüglich der Zielposition bei den Gehörlosen festgestellten starken Abweichungen lassen sich wiederum darauf zurückführen, daß eine optische Kontrolle der Vorgänge im Inneren des Mundes sehr schwierig ist. Die für diesen Vokal typische Erweiterung des Rachenraumes kann bei Anhebung der Zunge weder vom Lernenden noch vom Lehrenden beobachtet werden; selbst das Anheben der Zunge entlang des Vordergaumens ist kaum zu sehen. Schließlich ist für die Erreichung dieser Zielposition eine

ziemlich komplizierte Zungenbewegung erforderlich, so daß ein gelerntes Artikulationsmuster ohne wiederholte gezielte Übungen relativ schnell zerfallen kann.

Die Abweichungen bei dem "ü"- und "ie"-Vokal in den Testwörtern "Tür" und "lieb" werden als mittelstark angesehen. Die Zielposition in der Relation "oben-unten" wird relativ gut erreicht. Dieses positive Ergebnis ist aufgrund wahrnehmungstheoretischer Überlegungen durchaus verständlich, denn durch das starke Anheben der Zunge verstärkt sich in ihr die Muskelspannung (propriozeptive Wahrnehmung) und außerdem findet die Zunge durch die zunehmende Anlehnung an den Gaumen eine Stütze, wodurch zusätzlich die taktilen Empfindungen verstärkt werden. Eine größere Abweichung bei den eingenommenen Artikulationsstellungen ist aber darin zu sehen, daß sich die Zungenwölbung bezüglich der horizontalen Achse nicht weit genug vorn befindet und daß sich durch eine zu schwache Zungenbewegung der Pharynxraum nicht entsprechend erweitert. Als mögliche Erklärung für dieses abweichende Verhalten läßt sich wiederum das ausbleibende visuelle Feedback anführen.

Bei den Vokalen in den Testwörtern "schön", "spät" und "Bett" sind die Abweichungen bezüglich der mittleren Artikulationsstellung relativ gering; doch zeigen die hohen Streuungswerte, daß auch die Erreichung dieser Zielpositionen nicht unproblematisch ist. Die sich dem Neutralvokal annähernden Zielpositionen benachbarter Vokale (s. Vokalsystem) setzen voraus, daß der Zungenkörper motorisch genau gesteuert werden muß, um trotz der nivellierenden Tendenz im Neutralbereich eine ausreichende Diskri-

mination zu erreichen. Es ist demnach kaum zu erwarten, daß der gehörlose Sprecher, der die Artikulation visuell, taktil und propriozeptiv steuert, hier eine exakte Differenzierung erreicht.

b) Vokalsystem, genutzter Artikulationsraum, Artikulationsbewegungen: Unter diesen Stichwörtern sind im Darstellungsteil Ergebnisse abgehandelt worden, welche interpretatorisch im Zusammenhang betrachtet werden können. Die bei der Vokalartikulation Gehörloser aufgezeigte Differenzierungsschwäche und das in Richtung auf den neutralen Vokal reduzierte Vokalsystem ist aufgrund wahrnehmungs- und lerntheoretischer Überlegungen (vgl. Kapitel I.3. und I.4.) fast eine "notwendige" Folge der Bedingungen, unter denen die Gehörlosen das Artikulieren erlernen müssen. Der Artikulationsraum wird vor allem wenig im Pharynx- und nur mäßig im vorderen oralen Bereich genutzt. Ein sehr wesentliches Ergebnis, welches von bisherigen Untersuchungen in dieser Weise noch nicht aufgezeigt werden konnte, ist die Feststellung, daß Gehörlose bei der Erzeugung von Vokalen fast ausschließlich auf der vertikalen Achse (Relation "oben-unten") artikulieren, Artikulationsbewegungen auf der horizontalen Achse (Relation "vorn-hinten") jedoch fast kaum durchgeführt werden. Für diesen Sachverhalt lassen sich aus der Praxis des Artikulationsunterrichtes einleuchtende Gründe finden: Dem Gehörlosenlehrer sind zwar die Bewegungen der Zunge in der Relation "oben-unten", kaum aber die Bewegungen in der Relation "vorn-hinten" sichtbar. Verstärkt wird die negative Auswirkung dieses Sachverhaltes außerdem dadurch, daß dem Gehörlosen für diese Artikulationsbewegungen vermutlich nur geringe Stützen der Eigenwahrnehmung im Mundinneren zur Ver-

fügung stehen.

c) Relation Zungen-Kieferbewegung: Bei der Vokalartikulation zeigt sich, daß die hörenden Sprecher bei relativ geringer Kiefer- eine starke Zungenbewegung durchführen, wohingegen (umgekehrt) die Gehörlosen im Durchschnitt bei relativ starker Kieferbewegung nur eine geringe Zungenbewegung zeigen. Diese globale Feststellung läßt sich durch weitere Beobachtungen differenzieren, indem man das Zusammenspiel dieser Artikulatoren bezüglich der Zielpositionen bestimmter Vokale (geschlossen-offen) untersucht. Daraufhin ergibt sich folgendes Resultat: Zielpositionen mit hohen Zungenlagen werden von den Gehörlosen mit kleinerem, Zielpositionen mit flacher oder tiefer Zungenlage werden mit größerem Kieferöffnungsgrad gesprochen. Weiterhin zeigt sich, daß gehörlose Sprecher versuchen, Ansatzrohrkonfigurationen der Vokale von "geschlossen" nach "offen" mehr mit den Öffnungsgraden des Kiefers zu differenzieren als mit einer entsprechenden Zungenartikulation. Die verstärkte Verwendung des Unterkiefers bei der Produktion von Vokalen kann als Ersatzartikulation bezeichnet werden. Wie schon ausgeführt, kann der Begriff der Kompensation nicht einfach auf das Artikulationsverhalten von Gehörlosen übertragen werden. Diese von Gehörlosen bevorzugte Kieferartikulation ist insofern verständlich, als der Gehörlose als Artikulationsschüler seine Kieferbewegung beim Erlernen der Vokale sehr gut beobachten kann und der Gehörlosenlehrer oftmals auch die übertriebene Kieferbewegung fördert, um bei einigen Vokalen die Vorgänge im Inneren des Mundes besser beobachten und um andrerseits schwierige Artikulationsstellungen und -bewegungen der Zunge unterstützen zu können.

Schließlich sind auch physiologische und perzeptive Gründe zur Erklärung der verstärkten Kieferartikulation anzuführen: es ist nämlich erwiesen, daß in den Kiefergelenken Rezeptoren vorhanden sind (vgl. R.L.Ringel, 1970), die eine relativ gute Kontrolle von Kieferöffnungsgraden ermöglichen. Perzeptive Tests haben diesen Sachverhalt von wahrnehmungspsychologischer Seite her bestätigt (vgl. W.N.Williams and L.La Pointe, 1972).

d) "Individuelle Artikulationsbasis": Von elf Gehörlosen zeigen sechs eine sprechertypische Artikulationsbasis (vgl. S.294). Drei gehörlose Sprecher (2m, 5k, 7k) artikulieren generell mit einer zu hohen, zwei (6m, 8g) mit einer zu tiefen Zungenlage; ein Sprecher (11g) artikuliert bezüglich der horizontalen Achse mit einem zu weit nach hinten verlagerten Zungenkörper (vgl. dazu Anhang 11, S. 345). Das angesprochene Phänomen fällt nach unserer Betrachtungsweise in die Dimension individuelltypischer Abweichungen. Es handelt sich bei diesen abweichenden Artikulationsbasen um irreguläre Verhaltenszüge einzelner Sprecher, die den Beobachtungen entsprechend reproduziert werden.
Dieser empirisch ermittelte Sachverhalt, welcher nach Wissen des Verfassers bisher weder durch Untersuchungen noch in der Fachliteratur ausgewiesen und dargestellt wurde, wird als Befund dieser Untersuchung als sehr wesentlich angesehen. Schon in der theoretischen Einführung (s. I.3.) wurde die künstliche Lautanbildung bei Gehörlosen problematisiert, wobei sich zeigte, daß der nach einem kybernetischen Modell ablaufende Lernprozeß aufgrund lerntheoretischer und wahrnehmungspsychologischer Bedingungen äußerst störanfällig ist. Die in typischer Weise ab-

weichende Artikulationsbasis eines gehörlosen Sprechers ist als das Resultat eines Lernprozesses anzusehen. Daß dieser Lernprozeß bei den einzelnen Sprechern zu einem generalisierten Fehlverhalten führt, läßt sich - wie folgt - teils hypothetisch erklären:

1) Es ist anzunehmen, daß das kognitive System eines gehörlosen Artikulationsschülers durch seine intern auf "Orientierung" hin angelegte Intention frühzeitig, noch ehe eine adäquate Artikulationsbewegung nach Anweisung des Lehrers nachvollzogen ist, versucht, in dem extern ablaufenden Geschehen (artikulatorische Bewegungen, Wahrnehmungsempfindungen) anhand bestimmter Wahrnehmungsqualitäten Merkmale zu binden und zu fixieren, so daß das Wahrnehmungsfeld aufgrund bestimmter, festgestellter Regularitäten eine Struktur erhält, die als fester Bestandteil eines intern aufgebauten motorischen Programms Artikulationsverhalten steuert, das sich dann dem kompetenten externen Beobachter als Stereotyp eines artikulatorischen Fehlverhaltens erweist.

2) Die Erfahrung bestätigt, daß der Gehörlosenlehrer sich oftmals mit einem Teilergebnis seines Lehrzieles begnügen muß, da die Hilfen, die zur Stützung der Artikulationsinstruktionen erforderlich wären, zur Zeit noch unzureichend sind und eine Überforderung des Schülers nicht auszuschließen wäre.

3) Außerdem ist es gerade die Regelhaftigkeit des artikulatorischen Fehlverhaltens, die dem Gehörlosenlehrer hilft, den jeweiligen Schüler zu

verstehen, und die ihn dazu führen kann, dieses Verhalten zu tolerieren.

6.) (3.) Hypothese: Konsonanten werden an falschen Artikulationsstellen gebildet.

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen die Hypothese. Die Auswertung der Beobachtungen nach verschiedenen Gesichtspunkten läßt jedoch differenziertere Aussagen als in der relativ global formulierten Hypothese zu. Sie werden nach inhaltlich verschiedenen Aspekten in Unterpunkten aufgezeigt.

a) Artikulationsstellungen: Die Abweichungen zeichnen sich dadurch aus, daß die Zielpositionen für Verschluß-, Kontakt- und Engebildungen nicht exakt eingenommen werden. Die stärksten und verschiedenartigsten Abweichungen treten bei den präpalatal (alveolar)-coronalen (prädorsalen) Engelauten auf. Zum Teil ist die geforderte Enge überhaupt nicht vorhanden, teils zu schwach ausgeprägt oder die Stellen der Engebildung streuen entlang des Palatums von addental bis postpalatal. Nun verlangen gerade diese Laute eine präzise feinmotorische Steuerung des Zungenkörpers im umgebenden Artikulationsraum, die unter den Bedingungen, welche der Sprechapparat als Wahrnehmungssystem zur Verfügung hat, vom Gehörlosen nur sehr schwer erlernt wird. Deshalb sieht sich der Gehörlosenlehrer oftmals gezwungen, die Laute an anderen, durch die Wahrnehmung besser zu kontrollierenden Stellen anzubilden (vgl. M. Kloster-Jensen und H. Jussen (1970), S. 138).
Bei den folgenden Kontakt- und Verschlußlauten, die prinzipiell wegen ihrer Bildungsart günstigere Voraussetzungen als die Engelaute für die Steuerung bieten, treten dennoch vielfältige Formen einer merk-

malverstärkenden (taktil, kinästhetisch) Überartikulation auf. Es sind Wahrnehmungsstützen, wie die breite Anlegefläche der Zunge, doppelte Verschlußbildung, übertriebene Zungenwölbung, verstärkte Einbeziehung der unteren Alveolen und der unteren Zahnreihe, sowie zusätzliche Gleitbewegungen, die von Gehörlosen bei der Artikulation dieser Laute verwendet werden. Dabei ist wiederum festzustellen, daß die meisten Sprecher typische Formen dieser Überartikulation reproduzieren.

b) Kieferöffnungsgrad: Wesentlich ist die Beobachtung, daß die Engelaute von den Gehörlosen fast ausnahmslos mit einem Kieferverschluß artikuliert werden (Dimension gruppentypischer Abweichungen). Mit dieser Feststellung wird nicht behauptet, daß aufgrund der in Röntgenbildern beobachteten Verschlußbildungen (die Röntgenbilder enthalten nur die Verhältnisse der mittleren Sagittalebene) kein Luftaustritt möglich ist. Es kann aber angenommen werden, daß es sich bei diesem Phänomen um eine Ersatzartikulation handelt, derzufolge der Luftaustritt bei Gehörlosen anders vor sich geht und daß er möglicherweise geringer ist.

c) "Individuelle Artikulationsbasis": Vier gehörlose Sprecher zeigen bei der Konsonantenartikulation eine sprechertypische Artikulationsbasis. Da dieselben Sprecher auch bei der Vokalartikulation durch dieselben sprechertypischen Merkmale aufgefallen sind, kann man schließen, daß es sich hier um ein generelles Artikulationsverhalten dieser Sprecher handelt.

Nach der Erörterung der Untersuchungsergebnisse stellt sich auch die Frage, welche Folgerungen sich daraus für die pädagogische Praxis ableiten lassen.

Als besonders wichtig wird die Feststellung angesehen, daß es sich beim artikulatorischen Fehlverhalten eines gehörlosen Sprechers prinzipiell um individuelltypische oder gruppentypische Abweichungen handeln kann. Da sich beide Dimensionen durch eine Regelhaftigkeit im Verhalten auszeichnen, bietet gerade diese Regularität der Abweichung einen Ansatzpunkt für die Beachtung durch den Gehörlosenlehrer. Auch eine durch dieses Wissen bewirkte distanzierte Haltung vor seinem eigenen beurteilenden Hören könnte sich schon für den Unterrichtserfolg positiv auswirken.

Wie die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, werden die bei den Segmentbindungen geforderten koartikulatorischen Bewegungen sehr häufig falsch ausgeführt, weil von den Gehörlosen die Zielpositionen nicht adäquat eingenommen werden. Diese Beobachtung und lern- und wahrnehmungstheoretische Überlegungen lassen es dem Verfasser angemessen erscheinen, daß der gehörlose Artikulationsschüler zunächst Zielpositionen (positionale Artikulation) erlernt und, wenn er diese beherrscht, ihre Verbindungen in dynamischer Artikulation.

Während der Lern- und Einübungsphase von Artikulationsstellungen und -bewegungen sollte der Gehörlosenlehrer vor allem auf die besonderen Abweichungen einzelner Sprecher achten, da die individuelltypischen Abweichungen, inadäquat eingenommene Zielpositionen, unökonomische Bewegungen und individuelle Artikulationsbasen, bei Gehörlosen häufig verursachende Faktoren für artikulatorisches Fehlverhalten sind. Die abweichende individuelltypische Artikulationsbasis sollte besondere Beachtung finden, da eine spätere Korrektur sehr schwierig ist.

Ein wesentliches Ergebnis dieser Untersuchung ist außerdem die Feststellung, daß Gehörlose bei der Vokalartikulation hauptsächlich mit der Zunge auf der vertikalen

Achse (Relation "oben-unten") des Ansatzrohres, jedoch kaum auf der horizontalen (Relation "vorn-hinten") artikulieren.
Prophylaktische Maßnahmen gegen diese, sowie einige vorgenannte artikulatorisch abweichende Verhaltenszüge scheinen mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden Wahrnehmungshilfen für den Lehrer und für den gehörlosen Schüler nicht erreichbar.

VIII. Ausblick

Die theoretischen Vorüberlegungen, die Darstellung der Untersuchungsergebnisse und deren Erörterungen führen zu der Konsequenz, daß das Phänomen Gehörlosigkeit für die Phonetik ein lohnendes Untersuchungsfeld darstellt. Aus der menschlichen Problematik der Gehörlosigkeit leitet sich die Forderung ab, alle Möglichkeiten dieser Wissenschaft zur Lösung der Probleme zu nutzen.

Als zukünftige Forschungsaktivitäten können aus der Sicht dieser Arbeit, welche hauptsächlich die produktive und weniger die perzeptive Seite der phonetischen Kommunikationskette berücksichtigte, folgende Problemfelder genannt werden:

1.) Das empirische Datenmaterial (artikulatorisch, akustisch, auditiv) über phonetische Äußerungen Gehörloser muß vergrößert werden. Dabei sollte das verwendete Sprachmaterial nach artikulatorischen Kriterien systematisch geordnet sein, damit die Einflüsse der phonetischen Umgebung besser kontrolliert werden können. Das durch solche Untersuchungen sehr umfangreich anfallende Datenmaterial kann nur durch entsprechende automatisierte Auswertungsmethoden, die eine ziemlich gute apparative Ausstattung erfordern, verarbeitet werden.

2.) Die besonderen Eigenschaften des Sprechapparates als Wahrnehmungssystem müssen empirisch ermittelt werden. Das vor allem in den USA unter dem Stichwort "oral sensation and perception" laufende Forschungsgebiet wird nach Wissen des Verfassers im deutschen Sprachraum fast völlig vernachlässigt, obwohl. wie die theoretischen Vorüberlegungen zeigten, Forschungsaktivitäten auf

diesem Gebiete für Teilprobleme der Gehörlosen notwendig wären.

3.) Die für die künstliche Lautanbildung notwendigen Artikulationsinstruktionen müssen apparativ unterstützt werden, indem Geräte entwickelt werden, welche die Seitenansicht des Artikulationstraktes optisch darstellen können (weitere Vorschläge dazu s. Tillmann, 1970).

IX. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Vergleich des Artikulationsverhaltens bei Hörenden und Gehörlosen ergab, daß die Artikulation gehörloser Sprecher durch eine Vielzahl verschiedener Abweichungen mehr oder weniger stark gestört ist. Im Folgenden sollen diese Abweichungen zusammenfassend genannt und beschrieben werden.

1.) Der Zeitverlauf ist in der Artikulation aufeinanderfolgender Segment (KVK-Wörter) bei Gehörlosen weniger stark und vor allem überwiegend anders strukturiert.

2.) Bei der Segmentbindung fehlen typische koartikulatorische Verflechtungen der Zunge; häufig treten andersartige Verknüpfungen auf oder die koartikulatorischen Bewegungen setzen verspätet ein.

3.) Sehr häufig werden von der Zunge hinsichtlich der Segmentbindung (KV) inadäquate Bewegungen ausgeführt, da entweder die Zielposition eines Segmentes oder sogar beider Segmente nicht exakt eingenommen wird.

4.) Während der Segmentbindungen (dargestellt anhand von Kurvenverläufen) werden von den Gehörlosen relativ häufig und von bestimmten Gehörlosen sehr häufig unökonomische Bewegungen realisiert.

5.) Bei der Zungenartikulation zeigt sich eine Differenzierungsschwäche in der Bewegungsausführung.

6.) Starke Abweichungen treten bei der Vokalartikulation auf:
a) Artikulationsstellungen: die Artikulations-

stellungen bei einzelnen Vokalen unterscheiden sich teils erheblich von denjenigen der Hörenden; starke Abweichungen sind bei den Vokalen in den Wörtern "kam", "Kamm", "Mus", "muß" und "Beet", mittelstarke Abweichungen in den Wörtern "Tür" und "lieb", schwächere Abweichungen in den Wörtern "schön", "spät" und "Bett" zu beobachten. Abgesehen von wenigen Ausnahmen ist die Streuung bei den Gehörlosen bezüglich der verschiedenen Zungenpunkte bestimmter Artikulationsstellungen sehr viel größer als bei den Hörenden.

b) Vokalsystem: die gehörlosen Sprecher zeigen hinsichtlich der Vokalartikulation eine Differenzierungsschwäche; das von ihnen erzeugte Vokalsystem ist in Richtung auf den neutralen Vokal stark reduziert.

c) Genutzter Artikulationsraum: der von den Gehörlosen bei der Vokalartikulation genutzte Artikulationsraum ist insgesamt sehr viel kleiner als bei den Hörenden; besonders wenig wird demnach von den Gehörlosen im pharyngalen und vorderen oralen Bereich artikuliert.

d) Artikulationsbewegungen: hörende Sprecher artikulieren im Artikulationsraum auf der horizontalen und vertikalen Achse im gleichen Ausmaß, wohingegen die Gehörlosen bei der Vokalartikulation hauptsächlich Bewegungen in vertikaler Richtung (oben-unten), jedoch kaum in horizontaler Richtung (vorn-hinten) durchführen.

e) Relation Zungen-Kieferbewegung: die hörenden Sprecher führen bei relativ geringer Kiefer- eine starke Zungenbewegung durch, wohingegen

(umgekehrt) die Gehörlosen im Durchschnitt bei relativ starker Kieferbewegung nur eine geringe Zungenbewegung zeigen.

f) "Individuelle Artikulationsbasis": von elf Gehörlosen zeigen fünf eine sprechertypische Artikulationsbasis; drei gehörlose Sprecher artikulieren generell mit einer zu hohen Zungenlage, zwei dagegen mit einer zu tiefen.

7.) Abweichungen bei der Konsonantenartikulation:

a) Artikulationsstellungen: die Abweichungen zeichnen sich hauptsächlich dadurch aus, daß die Zielpositionen für Verschluß-, Kontakt- und Engebildungen nicht exakt eingenommen werden. Die stärksten Abweichungen treten bei den präpalatal-coronalen Engelauten (sch) in den Wörtern "schön" und "spät" auf, darauf folgen die alveolar-prädorsalen Engelaute (s, ß) in den Wörtern "Mus" und "muß", die alveolar-coronalen Verschlußlaute (t) in den Wörtern "Beet", "Bett" und "spät", die velar-postdorsalen Verschlußlaute (k) in den Wörtern "kam" und "Kamm", schließlich der alveolar-coronale Nasal (n) im Wort "schön" und der alveolar-coronale Lateral-laut (l) in dem Wort "lieb".

b) Kieferöffnungsgrad: bezüglich des Öffnungsgrades bei den verschiedenen Konsonanten handelt es sich bei den Hörenden um ein in sich geschlossenes System bei jeder Versuchsperson. Bei den Gehörlosen ist eine solche Regelhaftigkeit nicht feststallbar; es zeigt sich eine mehr oder weniger willkürliche

Kieferartikulation. Während bei den Hörenden niemals Kieferverschlüsse auftreten, sind sie bei den Gehörlosen sehr häufig. Hinsichtlich der alveolar und präpalatal-coronalen Engelaute kann man folgern, daß sie von den Gehörlosen fast ausnahmslos mit einem Kieferverschluß artikuliert werden.

c) "Individuelle Artikulationsbasis": vier gehörlose Sprecher zeigen bei der Konsonantenartikulation eine sprechertypische Artikulationsbasis. Drei Sprecher artikulieren die Konsonanten mit einer zu hohen Zungenlage, ein Sprecher mit einer zu tiefen. Da dieselben Sprecher auch bei der Vokalartikulation durch diese sprechertypischen Merkmale aufgefallen sind, kann man schließen, daß es sich um ein spezifisches Artikulationsverhalten dieser Sprecher handelt.

8.) Die festgestellten Abweichungen im Artikulationsverhalten Gehörloser lassen sich im wesentlichen nach individuelltypischen oder gruppentypischen Merkmalen aufgliedern.

X. Anhang [+]

[+] Bei den Tabellen (Anhang: 1 - 10) entsprechen eine Einheit (1,00) 0,50 cm.

g 1: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("k" nach "a") im Testwort "kam"

e n d e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
,00	10,00	2,80	8,50	0,00	5,50	1,30	3,80	5,80	2,80	7,30	3,00
,80	13,00	2,50	10,00	0,00	5,00	1,00	6,50	5,30	3,00	7,50	4,00
,50	10,00	5,00	9,00	1,00	5,80	2,00	5,50	3,80	2,50	5,80	2,50
,60	8,40	2,00	5,60	0,00	4,00	1,60	4,60	3,60	2,60	3,40	1,60
,98	10,35	3,01	8,28	0,25	5,10	1,48	5,10	4,60	2,70	6,00	2,80
,48	1,66	1,15	1,64	0,43	0,68	0,37	1,01	0,94	0,22	1,64	0,87

ö r l o s e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
,00	11,00	3,50	8,00	0,80	3,80	1,00	3,50	4,00	4,00	5,50	4,50
,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--
,50	12,00	2,80	7,50	0,00	4,80	2,00	5,00	4,50	4,50	4,50	2,50
,00	7,50	3,30	7,00	0,00	4,00	1,50	4,50	3,00	3,30	3,50	3,30
,50	6,30	3,30	3,30	0,00	0,80	1,50	3,00	3,30	5,30	3,00	5,50
,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--
,00	5,20	2,40	5,00	0,60	3,00	0,60	3,40	2,20	4,00	1,00	1,40
,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--	-,--
,60	13,00	5,60	10,00	2,00	4,80	1,00	4,20	3,50	2,80	5,50	3,00
,40	11,40	4,00	7,00	1,40	5,20	1,60	6,00	3,00	3,80	6,00	4,80
,00	13,00	4,60	7,40	0,00	4,60	1,60	4,60	3,80	4,60	5,20	2,40
,25	9,93	3,69	6,90	0,60	3,88	1,35	4,28	3,40	4,00	4,30	3,40
,55	2,91	0,96	1,87	0,71	1,33	0,42	0,91	0,66	0,73	1,58	1,30

Anhang 2: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("K" nach "a") im Testwort "Kamm"

H ö r e n d e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	
1	6,40	11,40	3,00	8,80	0,00	5,00	3,00	4,60	5,00	2,60	6,40	2
2	6,00	13,00	3,80	8,30	1,20	4,50	0,00	5,80	4,80	2,80	7,00	3
3	4,50	9,50	4,00	10,00	0,00	5,80	3,00	6,00	3,80	2,50	5,30	2
4	4,60	8,00	3,00	6,40	0,00	4,60	2,00	5,00	3,00	2,20	4,80	1
M	5,40	10,50	3,45	8,38	0,30	4,98	2,00	5,35	4,20	2,50	5,90	2
ó	0,48	1,90	0,45	1,30	0,52	0,51	1,23	0,57	0,81	0,22	0,87	0

G e h ö r l o s e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	
1	8,00	13,50	4,80	8,80	1,00	4,80	1,30	4,00	4,30	3,50	5,30	4
2	1,00	9,50	1,30	8,00	0,00	3,00	1,30	3,00	5,00	4,00	7,00	4
3	5,00	10,00	2,50	7,50	0,00	3,80	3,00	4,80	4,80	4,00	4,80	2
4	6,00	11,50	4,80	8,30	1,50	4,50	0,80	4,50	2,80	3,00	4,00	3
5	3,50	6,00	2,80	4,00	0,00	1,50	1,30	3,00	3,50	4,80	2,80	5
6	7,20	7,20	5,00	6,60	2,60	3,80	2,40	5,60	2,00	3,80	3,00	4
7	5,40	8,20	3,20	6,00	0,40	3,60	1,00	3,40	2,60	2,80	1,00	3
8	5,60	8,00	5,40	9,20	1,60	6,60	1,00	5,60	4,00	4,50	4,80	4
9	5,40	13,00	5,40	10,00	2,80	6,00	2,00	5,80	4,00	2,80	6,00	3
10	8,00	12,20	4,40	8,60	1,80	5,60	2,80	6,00	3,60	4,20	6,80	4
11	9,00	13,00	4,60	7,80	1,80	4,80	1,40	5,00	3,80	4,60	5,20	2
M	5,80	10,20	4,02	7,71	1,20	4,36	1,66	4,61	3,70	3,80	4,80	3
ó	2,36	2,50	1,29	1,59	0,97	1,38	0,74	1,07	0,78	0,68	1,41	0

ng 3: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("M" nach "u") im Testwort "Mus"

r e n d e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
6,30	12,40	6,80	6,00	4,50	3,80	4,50	4,40	4,50	3,80	3,00	5,50
4,00	11,00	5,50	7,80	4,00	3,50	4,00	4,50	5,00	2,00	5,00	4,80
8,50	10,00	6,80	5,80	4,00	3,00	5,00	2,80	3,00	2,00	4,00	6,00
4,80	9,00	3,00	2,80	3,40	2,40	4,80	3,60	4,40	2,80	3,00	6,60
5,90	10,60	5,53	5,60	4,00	3,20	4,58	3,83	4,20	2,70	3,80	5,70
2,90	1,58	1,55	1,79	0,15	0,28	0,38	0,69	0,55	0,59	0,69	0,43

h ö r l o s e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
,00	2,50	4,00	3,30	3,30	1,30	4,80	2,50	5,50	4,80	5,50	6,00
,00	0,80	4,30	1,80	3,00	0,80	3,50	2,80	4,30	6,50	3,00	7,50
,50	7,50	4,30	5,50	3,00	2,00	4,30	3,80	4,30	4,00	3,80	5,00
,30	4,00	4,00	3,50	2,00	2,00	3,50	3,30	3,50	3,80	3,00	4,80
,00	2,50	3,00	2,50	1,00	1,00	2,50	2,30	4,30	5,00	3,30	5,00
,60	3,80	4,80	6,00	3,80	4,00	5,40	4,40	4,40	4,00	3,20	5,00
,60	2,40	3,80	2,60	3,00	1,20	3,80	1,40	4,20	4,40	2,60	2,80
,00	2,80	7,20	6,80	6,00	5,60	6,30	5,80	5,80	6,00	3,40	3,60
,80	6,60	6,00	5,60	3,40	3,20	5,00	4,40	7,00	7,50	6,00	6,60
,00	4,20	4,80	3,00	4,40	2,60	4,20	4,60	3,00	5,80	5,00	8,80
,60	6,80	6,00	3,80	4,40	2,60	4,80	3,40	5,40	5,20	4,00	5,20
,30	4,00	4,75	4,04	3,30	2,30	4,37	3,52	4,70	5,20	3,90	5,50
,11	4,15	1,15	1,58	1,46	2,02	1,00	1,19	1,16	1,24	1,15	2,60

Anhang 4: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("m" nach "u") im Testwort "muß"

Hörende:

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	9,40	10,00	7,40	4,40	5,80	2,60	5,40	4,00	6,00	5,20	4,60	6,
2	6,80	10,00	6,30	7,50	4,30	6,80	4,80	4,80	3,50	2,00	5,00	4,
3	9,00	12,00	6,80	8,30	4,50	5,30	5,00	4,50	3,00	1,00	3,50	3,
4	4,60	4,80	4,60	6,60	4,60	4,60	5,60	4,40	4,00	2,40	3,00	3,
M	7,45	9,20	6,28	6,70	4,80	4,83	5,20	4,43	4,13	2,65	4,03	4,
σ	1,92	2,67	1,04	1,46	0,59	1,51	0,32	0,29	1,14	1,56	0,81	1,

Gehörlose:

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	3,00	4,00	4,30	3,80	3,30	1,00	4,50	2,30	5,80	4,80	5,00	5,
2	3,00	0,50	4,50	1,50	4,00	0,30	4,50	2,30	5,50	5,00	4,00	5,
3	2,80	6,80	4,00	4,30	2,50	2,00	5,00	4,30	5,30	4,80	4,00	4,
4	3,00	4,00	3,50	4,00	2,30	2,80	3,00	3,50	3,80	4,50	3,00	4,
5	2,50	4,00	2,80	2,80	1,80	1,00	3,30	3,30	3,80	3,80	3,30	4,
6	4,60	4,60	5,40	6,00	4,40	4,60	3,30	3,30	4,00	3,60	2,80	4,
7	3,40	1,60	5,00	3,40	3,00	1,80	4,00	2,60	3,80	3,80	3,00	4,
8	3,60	2,40	6,80	5,80	5,00	4,40	5,40	5,00	6,00	6,40	4,00	4,
9	8,00	5,40	4,80	2,20	5,40	3,20	4,40	4,00	7,40	7,00	6,20	6,
10	5,80	3,20	4,80	2,20	2,80	1,00	4,20	2,60	4,00	5,80	5,40	9,
11	0,00	7,00	3,40	3,40	3,20	2,60	4,40	4,00	6,00	5,80	6,00	5,
M	3,60	3,95	4,48	3,58	3,43	2,25	4,32	3,41	5,04	5,03	4,25	5,
σ	1,60	1,91	1,04	1,36	1,09	1,36	0,68	0,98	1,17	1,06	1,17	1,

ng 5: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("B" nach "ee") im Testwort "Beet"

r e n d e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
5,00	6,00	6,00	3,00	4,50	2,00	5,00	4,00	7,00	8,80	5,80	9,50
5,00	7,00	5,00	4,00	3,30	2,00	4,50	4,00	6,50	7,00	7,50	8,80
2,50	3,80	3,50	3,50	2,50	1,80	5,00	5,00	5,00	6,00	5,00	7,50
3,80	4,30	3,80	2,30	2,60	1,60	4,00	3,80	4,80	5,50	4,30	5,80
4,10	5,28	4,58	3,20	3,23	1,85	4,63	4,20	5,83	6,83	5,65	7,90
1,03	1,29	0,99	0,63	0,80	0,16	0,42	0,47	0,94	1,26	1,19	1,41

n ö r l o s e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
6,00	4,80	6,50	6,30	4,00	4,80	4,50	5,00	4,80	4,80	4,80	4,00
4,00	3,00	3,00	1,50	1,30	0,30	1,30	1,50	3,00	5,30	5,00	6,00
4,50	3,80	3,00	3,50	1,80	2,50	4,00	3,80	5,00	4,50	5,30	4,50
2,80	3,80	4,30	5,50	2,00	3,50	3,00	3,80	3,50	3,50	3,30	3,00
5,00	5,00	3,00	2,00	1,30	0,80	2,80	2,00	5,00	3,80	4,00	4,00
1,40	6,00	2,80	5,40	2,00	4,60	3,80	5,40	3,60	3,00	4,00	2,20
3,00	4,20	3,20	3,20	2,00	1,00	3,40	2,60	4,00	3,00	2,40	2,00
4,00	2,20	6,60	6,60	4,60	4,60	4,80	4,80	6,00	6,00	4,00	4,00
8,20	3,80	6,60	3,80	4,40	3,00	4,40	4,60	6,00	6,80	5,40	7,40
8,00	9,60	6,20	7,20	4,20	4,60	5,60	5,20	5,00	4,00	5,60	4,60
5,20	3,80	4,60	3,60	3,40	3,00	4,20	4,80	5,80	7,00	4,00	6,00
4,74	4,55	4,53	4,42	2,82	2,97	3,80	3,97	4,70	4,70	4,35	4,34
1,99	1,86	1,57	1,81	1,36	1,62	1,10	1,31	0,99	1,36	0,93	1,57

Anhang 6: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("B" nach "e") im Testwort "Bett"

H ö r e n d e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	3,80	7,40	5,20	5,40	4,00	4,00	4,40	5,00	5,00	7,00	4,60	6,
2	5,00	8,30	5,30	5,00	4,00	3,80	4,50	5,60	6,00	6,30	6,50	8,
3	4,50	5,80	4,80	5,30	3,00	3,00	5,00	6,00	4,00	5,80	4,80	6,
4	3,40	5,00	3,80	3,60	3,60	3,40	4,20	4,60	4,00	4,80	3,00	3,
M	4,18	6,63	4,78	4,83	3,65	3,55	4,53	5,30	4,75	5,98	4,73	6,
6	0,62	1,30	0,56	0,72	0,41	0,38	0,30	0,54	0,83	0,80	1,24	1,

G e h ö r l o s e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	5,50	5,00	5,50	6,30	3,80	4,50	4,80	4,50	5,30	4,80	5,30	4,
2	1,80	4,00	2,00	3,00	1,30	1,00	2,80	2,80	5,30	5,80	6,80	7,
3	2,50	5,80	3,50	4,50	2,30	2,50	4,50	4,50	4,80	4,80	3,80	3,
4	1,80	5,00	3,50	6,00	1,80	3,50	2,80	3,80	4,00	3,30	4,00	3,
5	6,50	5,50	3,50	2,50	1,50	0,50	2,80	1,80	4,00	3,50	4,00	4,
6	1,40	6,40	3,00	4,80	2,00	3,80	4,00	5,00	3,00	3,00	4,00	4,
7	1,80	3,80	2,60	3,60	1,80	2,60	2,00	3,00	3,80	2,80	5,00	1,
8	3,20	6,60	6,60	8,40	4,20	5,20	4,00	4,40	5,00	4,20	4,00	3,
9	4,60	7,40	5,60	6,00	4,20	3,80	5,00	4,40	7,00	4,00	5,40	5,
0	7,00	8,00	5,40	6,00	3,20	3,20	4,60	4,00	4,00	4,00	5,00	5,
1	7,00	6,00	4,80	4,00	3,60	3,40	4,60	4,60	6,00	7,00	5,00	6,
M	3,92	5,77	4,18	5,00	2,70	3,10	3,81	3,89	4,75	4,29	4,75	4,
6	2,15	1,24	1,40	1,65	1,02	1,33	0,98	0,93	1,08	1,20	0,87	1,

ng 7: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("l" nach "ie") im Testwort "lieb"

r e n d e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
0,00	3,00	3,50	1,80	3,00	1,30	4,00	3,80	7,00	8,00	5,80	9,30
0,00	4,00	3,50	2,80	3,00	1,30	3,80	3,50	5,50	8,00	6,50	10,00
0,00	2,00	2,50	2,00	1,00	0,80	5,00	5,00	5,50	6,30	5,80	7,80
0,00	3,50	3,80	2,00	2,80	1,00	4,50	5,00	5,50	6,20	4,80	7,20
0,00	3,13	3,33	2,15	2,45	1,10	4,33	4,33	5,86	7,13	5,73	8,58
0,00	0,74	0,49	0,46	0,84	0,21	0,47	0,69	0,65	0,88	0,61	1,12

h ö r l o s e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
0,00	2,00	4,80	3,00	3,30	1,00	4,80	3,80	5,50	6,30	4,50	7,00
0,00	4,00	2,30	2,00	0,50	0,50	2,00	2,00	4,50	6,00	5,30	7,50
0,00	3,00	4,30	2,80	2,80	1,30	4,30	3,80	4,00	4,50	3,50	6,00
0,00	2,50	4,50	2,80	3,30	1,00	4,50	3,50	4,30	5,50	4,00	8,00
0,00	4,00	1,50	3,00	2,30	1,00	3,30	1,80	3,80	3,30	3,00	5,00
0,00	3,00	3,40	2,40	3,60	1,40	4,60	3,00	3,20	3,80	3,00	6,40
0,00	2,60	2,80	1,20	1,40	0,20	2,00	1,20	3,80	4,80	1,80	3,40
0,00	1,40	5,40	3,60	5,40	1,80	5,00	3,00	6,40	5,60	3,00	6,40
0,00	4,40	5,40	5,60	4,40	4,20	5,60	5,40	6,00	7,00	5,00	5,80
0,00	4,00	3,40	2,00	2,20	1,00	5,00	5,00	5,20	6,60	7,00	10,40
0,00	4,80	3,60	1,80	2,60	1,00	4,60	3,40	6,40	6,60	3,60	8,00
0,00	3,25	3,76	2,75	2,89	1,31	4,15	3,26	4,83	5,45	3,97	6,72
0,00	1,02	1,20	1,11	1,29	0,98	1,15	1,22	1,08	1,16	1,36	1,73

Anhang 8: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("p" nach "ä") im Testwort "spät)

H ö r e n d e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
1	3,00	6,60	2,40	4,60	2,00	2,60	3,80	3,80	5,60	6,60	5,40	6,0
2	2,00	8,00	3,00	5,00	2,00	3,00	4,00	4,70	6,50	5,30	8,00	7,5
3	1,00	5,00	2,50	5,00	2,00	3,00	5,00	5,30	4,50	5,00	5,00	5,0
4	1,60	5,40	4,00	4,40	3,20	3,40	3,40	4,00	4,40	5,00	4,80	4,2
M	1,90	6,25	2,98	4,75	2,30	3,00	4,05	4,45	5,25	5,48	5,80	5,6
6	0,73	1,17	0,63	0,25	0,52	0,28	0,59	0,59	0,86	0,66	1,29	1,2

G e h ö r l o s e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
1	0,30	5,50	3,50	5,30	2,30	4,30	3,80	4,30	5,80	4,80	6,80	4,5
2	1,00	6,00	2,50	1,80	1,00	0,50	2,30	2,00	5,00	5,00	5,80	5,8
3	3,80	4,00	3,50	4,00	2,30	2,80	3,80	3,80	4,00	4,00	4,30	3,8
4	4,30	5,00	4,50	5,80	2,50	4,30	3,50	3,80	3,80	3,30	4,00	3,3
5	3,00	4,50	2,80	3,50	1,50	1,00	2,30	1,80	3,80	3,80	4,00	4,0
6	0,80	7,60	4,20	7,90	3,20	6,00	4,00	6,20	4,00	4,00	4,40	2,8
7	2,80	3,60	3,40	4,00	2,00	2,00	3,00	2,40	4,40	3,80	3,40	1,0
8	2,00	5,40	5,00	7,80	3,80	5,80	4,60	5,00	6,20	4,60	4,20	3,0
9	0,00	7,00	4,00	5,20	2,60	3,60	4,40	4,80	7,00	6,40	6,60	6,0
10	6,40	11,80	4,80	8,00	2,60	4,60	4,00	5,60	4,80	4,80	6,00	5,4
11	3,60	6,20	2,80	3,80	1,80	2,80	3,60	4,60	6,00	6,40	6,00	4,8
M	2,55	6,05	3,73	5,19	2,33	3,43	3,57	4,03	4,58	4,63	5,00	4,0
6	1,86	1,96	0,80	1,94	0,74	1,72	0,73	1,38	1,13	0,95	1,15	1,4

aang 9: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("sch" nach "ö") im Testwort "schön"

ö r e n d e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
2,00	7,00	3,00	4,20	2,60	3,20	4,60	5,00	5,60	6,20	5,20	6,00
0,80	7,00	2,00	4,50	1,80	3,50	4,00	4,00	6,00	5,30	8,00	5,50
1,00	6,00	2,80	5,30	2,00	3,00	5,00	5,00	4,50	4,30	5,00	4,30
1,00	2,00	4,40	3,60	3,40	2,40	4,00	3,40	5,00	4,60	5,60	4,00
1,20	5,50	3,05	4,40	2,45	3,03	4,40	4,35	5,28	5,10	5,95	4,95
0,47	2,06	0,86	0,61	0,62	0,40	0,42	0,68	0,54	0,73	1,20	0,83

e h ö r l o s e :

Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp
0,30	9,00	4,00	6,80	3,50	2,80	5,00	3,30	6,30	5,00	5,80	6,50
1,30	6,80	2,00	1,80	0,50	0,30	2,00	1,80	5,50	5,80	6,30	5,50
4,50	6,50	3,00	4,50	2,00	2,30	3,50	3,80	4,50	4,00	4,30	3,50
3,50	6,00	4,00	5,80	2,80	3,80	4,00	3,80	4,30	3,80	3,30	2,80
3,00	4,80	2,80	3,50	1,00	0,50	2,50	2,00	3,50	3,30	4,30	3,80
0,40	5,00	4,40	6,20	3,60	5,60	4,40	5,20	4,60	4,00	5,80	3,00
0,20	6,40	2,00	5,00	1,40	2,60	3,00	3,00	4,40	3,40	2,60	2,40
1,80	4,60	5,80	8,20	4,40	6,40	5,00	6,20	6,00	5,40	3,80	3,00
2,60	6,00	4,20	5,80	2,40	4,00	4,20	4,80	7,00	7,20	6,00	7,40
4,40	7,00	2,40	4,20	1,40	2,20	3,00	2,80	5,80	5,00	8,60	7,20
3,60	4,40	2,80	3,20	1,80	2,40	3,60	3,60	6,00	6,00	5,20	5,00
2,29	6,05	3,40	5,00	2,25	2,99	3,65	3,66	5,26	4,81	5,09	4,56
1,54	1,28	1,12	1,70	1,15	1,79	0,93	1,27	1,02	1,17	1,59	1,76

Anhang 10: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte der Zungenpunkte (ZA,ZB,ZC,ZD,PA,PB) bezüglich der Relation "oben/unten" für die Ausgangsposition (Ap) und die Zielposition (Zp) der Artikulationsphase ("T" nach "ü") im Testwort "Tür"

H ö r e n d e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	0,00	3,40	5,20	1,80	4,40	1,40	5,40	4,80	7,20	9,00	5,80	9,
2	0,00	4,30	3,00	3,30	2,50	1,30	4,50	4,50	6,50	7,00	7,50	9,
3	0,00	1,50	2,50	2,00	2,00	1,20	4,80	5,00	5,00	6,30	6,00	7,
4	0,00	1,80	3,00	2,80	2,40	2,00	3,40	3,40	4,60	5,00	4,60	6,
M	0,00	2,75	3,43	2,48	2,83	1,48	4,53	4,43	5,83	6,83	5,98	8,
6	0,00	1,15	1,05	0,60	0,93	0,31	0,73	0,62	1,06	1,45	1,03	1,

G e h ö r l o s e :

	Z A		Z B		Z C		Z D		P A		P B	
Vp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Zp	Ap	Z
1	0,00	6,80	3,30	5,00	3,30	2,80	5,00	3,80	6,00	5,00	4,50	6,
2	0,00	3,00	3,50	1,50	1,30	0,30	1,80	1,30	4,30	5,50	3,50	6,
3	0,00	5,50	2,00	4,00	1,50	2,00	3,50	3,30	4,00	4,80	5,30	5,
4	0,00	5,00	2,30	4,00	1,50	2,00	3,50	3,00	5,00	3,80	4,30	3,
5	0,00	4,50	3,00	3,00	1,30	0,30	2,50	1,30	3,50	4,30	3,30	4,
6	0,00	5,00	2,20	5,60	1,40	4,40	3,40	5,00	3,80	3,40	5,00	4,
7	0,00	5,00	2,20	4,40	2,00	2,00	3,00	2,40	3,60	3,20	2,40	3,
8	0,00	4,60	4,60	6,80	3,60	4,20	4,60	4,20	6,00	4,20	4,20	3,
9	0,00	4,40	1,20	5,00	1,60	3,00	4,60	4,40	6,20	7,50	7,00	8,
10	0,00	7,60	1,20	5,00	0,80	3,00	3,40	4,20	6,00	4,80	9,00	6
11	0,00	5,40	4,00	3,80	2,60	2,20	3,80	3,60	6,60	6,60	8,00	7
M	0,00	5,16	2,70	4,45	1,90	2,38	3,56	3,32	5,00	4,83	5,14	5
6	0,00	1,16	1,02	1,38	0,85	1,26	0,90	1,17	1,13	1,25	1,96	1

Anhang 11: Absolut-, Mittel- und Streuungswerte des Zungenpunktes (ZC) bezüglich der Relation "vorn/hinten" bei der Vokalartikulation (-bezogen auf das mittlere Bild dieser Artikulationsphase-)

H ö r e n d e :

Vp	kam	Kamm	Mus	muß	Beet	Bett	Tür	schön	lieb	spät	M	
1	6,8	7,0	7,3	7,3	6,5	6,8	6,8	6,8	6,0	6,5	6,78	0,37
2	7,5	7,3	8,0	6,5	6,5	6,8	6,0	6,5	6,0	6,0	6,71	0,65
3	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5	6,0	6,5	6,3	6,5	6,63	0,33
4	7,3	7,0	7,3	7,0	6,0	6,8	6,3	6,3	6,0	6,3	6,63	0,48
M	7,15	7,01	7,40	6,95	6,38	6,73	6,28	6,52	6,01	6,33		
	0,27	0,15	0,37	0,29	0,22	0,13	0,33	0,18	0,15	0,20		

G e h ö r l o s e :

Vp	kam	Kamm	Mus	muß	Beet	Bett	Tür	schön	lieb	spät	M	
1	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,53	0,09
2	-,-	6,8	6,5	6,5	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,56	0,12
3	6,5	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,3	6,5	6,5	6,5	6,51	0,11
4	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,51	0,11
5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,53	0,09
6	-,-	6,5	6,5	6,8	7,0	6,8	6,8	6,5	6,8	6,5	6,69	0,17
7	6,5	6,5	6,5	6,8	6,5	6,3	6,3	6,5	6,5	6,5	6,49	0,13
8	-,-	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,53	0,09
9	6,8	6,5	6,5	6,8	6,5	6,8	6,8	6,8	6,5	6,8	6,68	0,14
10	6,8	6,5	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,8	6,5	6,59	0,14
11	8,0	7,5	7,5	7,5	7,3	7,5	7,3	7,3	7,5	7,3	7,47	0,20
M	6,76	6,73	6,65	6,67	6,65	6,65	6,59	6,60	6,64	6,60		
	0,48	0,29	0,29	0,29	0,26	0,31	0,27	0,24	0,29	0,24		(+)

(+) Bei den Absolutwerten entspricht eine Einheit (1,00) 2 cm .

LITERATUR

Alich, G.: Zur Erkennbarkeit von Sprachgestalten beim Ablesen vom Munde. Inauguraldissertation, Bonn (1960).

Angelocci, A., Kopp, G., Holbrook, A.: The vowel formants of deaf and normal hearing eleven- to fourteen-year-old boys. JSHD 29: 156 - 170 (1964).

Barth, E. und Grumnach, E.: Röntgenographische Beiträge zur Stimmphysiologie. Arch. Laryng. und Rhinolaryng. 19: 396 - 405 (1907).

Barry, William John: Perzeption und Produktion im sub-phonemischen Bereich. Tübingen 1974

Bishop, M.E., Ringel, R.L., House, A.S.: Orosensory Perception in the Deaf. The Volta Review: 289 - 298 (1972).

----------. Orosensory Perception, Speech Production, and Deafnes. J. Speech and Hearing Research 16: 257 - 266 (1973).

Brunner, H., Fruehwald, V.: Untersuchungen über die Vokalbildung bei taubstummen Kindern. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. 6: 156 - 164 (1923).

----------. Untersuchungen über die Bildung der Konsonanten bei taubstummen Kindern. Monatsschrift Ohrenheilk. 58: 876 - 881 (1924)

Bryngelson, B., Glaspey, E.: Speech improvement cards. Chicago (1941).

Bzoch, K.R.: Assessment: Radiographic Techniques. ASHA Report 5: 248 -270 (1970).

Carmody, F.J.: Radiography of 13 German Vowels. Arch. nierl. phonet. 12: 27 - 33 (1936).

Chomsky, N.: Syntactic structures. The Hague: Mouton (1957).

Chomsky, N.: Review of Skinner's verbal behavior. Language 35 (1959).

Clumpha, Mc S.L.: Cinefluorographic Investigation of Velopharyngeal Function in Selected Deaf Speakers. Folia phoniat. 21: 368 - 374 (1969).

Cooper, S.: Muscle spindles in the intrinsic muscles of the human tongue. J. Physiol. 122: 193 - 202 (1953).

Cube, F.v.: Was ist Kybernetik. Bremen (1967).

Daniloff, R.G.: A Cinefluorographic Study of selected Aspects of Coarticulation of Speech Sounds. The University of Iowa, Ph.D. (1967).

Essen, Otto von: Allgemeine und angewandte Phonetik. Berlin (1966).

Feigl, H.: Leib - Seele, kein Scheinproblem in: Gadamer, H.G., Vogler, P. (Hrsg.) Psychologische Anthropologie (Bd. 5) Stuttgart (1973).

Fletcher, S.G.: Hypernasal Voice: Its Relation to Growth Disturbances and Physiological Activities. Ph.D. Thesis, University of Utah (1958).

Fry, D.: The Development of the Phonological System in the Normal and the Deaf. Child. in: Smith, F., Miller, G.A. (Hrsg.): The Genesis of Language. The M.I.T. Press, Massachusetts (1966).

Garten, Hella-Kristina: Untersuchungen zur Psychologie der Gehörlosen. Neuburgweier/Karlsruhe (1973).

Gibson, J.J.: Die Sinne und der Prozeß der Wahrnehmung. Bern (1973).

Gilbert, John H.: Speech and Cortical Functioning. New York and London (1972).

Giles, St.B.: A Study of Articulatory Characteristics of /l/ Allophones in English. The University of Iowa, Ph.D. (1971).

Gottheiner, V. und Zwirner, E.: Die Verwendung des Röntgentonfilms für die Sprachforschung. Fortschr. Röntgenstr. 4: (1935).

Grossman, R.C., Hattis, B.: Oral mucosal sensory innervation and sensory experience. in: Bosma, J.F. (Ed.): Symposion on Oral Sensation and Perception. Springfield (1967).

Handzel, L.: Analysis of vowels in deaf children, by means of the "visible speech" apparatus. Fol. Phon. 8: 237 - 246 (1956).

Hardcastle, W.J.: Instrumental Investigations of Lingual Activity during Speech: A Survey. Phonetica 29: 129 - 157 (1974).

Heidler, H.: Akustische Untersuchungen über die Vokalbildung gehörloser Sprecher. Dissertation, Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (1975).

Heike, G., Riek, C., Thürman, E.: Signalwandelnde apparative Hilfen für Sprachanbildung und phonetische Korrektur bei fehlender, gestörter oder sprachfunktional verzerrter auditiver Rückmeldung. in: IP - Berichte Nr. 3, Institut für Phonetik, der Universität Köln, Köln (1974).

Hejny, R.F.: Davelopment articulation test. Madison, Wisc.: College Typing Company (1959).

Henke, W.: Preliminaries to speech synthesis based upon an articulatory model. Paper C5, 1967 IEEE Conference of speech communication and processing, 6. - 8. Nov. 1967, MIT, Cambridge (1967).

Herriot, P.: Einführung in die Psychologie der Sprache. München (1974).

Hixon, E.H.: An X-ray Study Comparing Oral and Pharyngal Structures of Individuals With Nasal Voices and Individuals With Superior Voices. M.S. Thesis, State University of Iowa (1949).

Hörmann, H.: Psychologie der Sprache. Berlin-Heidelberg-New York (1970).

Houde, R.A.: A Study of Tongue Body Motion during selected Speech Sounds. SCRL Monograph No. 2, Santa Barbara, California (1968).

Hudgins, C.V., Numbers, F.C.: An investigation of the intelligibility of the speech of the deaf. Genet. Psychol. Monograph 25: 289 - 292 (1942).

Jakobsohn, R.: Kindersprache, Aphasie und allgemeine Lautgesetze. Uppsala (1941).

Jespersen, O.: Lehrbuch der Phonetik. Leipzig-Berlin (1904).

Kegel, G.: Sprache und Sprechen des Kindes. Hamburg (1974).

Kent, R.D.: A Cinefluorographic-Spectrographic Investigation of the Component Gestures in Lingual Articulation. PH.D. Thesis, The University of Iowa (1970).

Kloster Jensen, M. und Jussen, H.: Lautbildung bei Gehörlosen. Berlin (1970).

Krech, H.: Zur Artikulationsbasis der deutschen Hochlautung. ZPhon 8: 92 - 107 (1954).

Ladefoged, P.: Three Areas of Experimental Phonetics. London (1972).

Lenneberg, E.H.: Biological Foundations of Language. New York (1967).

Levitt, H.: Speech production and the deaf child. Speech for the Deaf Child. L. Connor, ed. Washington, D.C. (1971).

Lindblom, B.E.F.: Phonetics and the description of language. Proc. 7th int. Congr.Phon.Sci., Montreal 1971, pp. 63-97 (Mouton, The Hague, Paris 1972).

Lindner, G.: Über den zeitlichen Verlauf der Sprechweise bei Gehörlosen. Fol. Phon. 14: 67 - 76 (1962).

Lyons, John (Hg.): Neue Perspektiven in der Linguistik. Hamburg 1974 (deutsche Ausgabe).

MacNeilage, P.F.: Motor Control of Serial Ordering of Speech. Psychological Review 77: 182 - 196 (1970).

Martony, J.: Studies on the speech of the deaf. STL-QPSR H. 3: 16 - 24 (1965).

----------. Studies on speech of the deaf. STL-QPSR H. 4: 31 ff (1965).

Meyer-Eppler, W.: Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Berlin-Göttingen-Heidelberg (1959).

Menzerath, P.: Neue Untersuchungen zur Wortartikulation. Actes 4th Congr. Int. Linguistes, Copenhagen 1936: 67 - 75, Kopenhagen (1938).

Moll, K.: The Use of Cinefluorography in Speech Research: A Methodological Study. Dissertation, State University of Iowa (1960).

Osgood, Ch.E., Suci, G.J., Tannenbaum, P.H.: The measurement of meaning. Urbana (1957).

Parmenter, C.E. and Trevino, S.N.: Vowel Position as Shown by X-ray. Quart. J. Speech 18: 351 - 369 (1932).

Perkell, J.S.: Physiology of Speech Produktion: Results and Implications of a Quantitative Cineradiographic Study. The M.I.T. Press, Massachusetts (1969).

Reenpää, Y.: Über das Körper-Seele-Problem in: Gadamer, H.G., Vogler, P. (Hrsg.): Psychologische Anthropologie (Bd. 5). Stuttgart (1973).

Ringel, R.L.: Oral Sensation and Perception: A selective Review. ASHA Reports: 188 - 206 (1970).

Rohracher, H.: Regelprozesse im psychischen Geschehen. Graz-Wien-Köln (1961).

Rothman, H.B.: An acoustic and electromyographic investigation of conconant-vowel transitions in the speech of deaf adults. JASA 52: (1972).

Russel, G.O.: The vowel, its physiological mechanism as shown by X-ray. Ohio State University Press, Columbus (1928).

Scheier, M.: Die Verwertung der Röntgenstrahlen für die Physiologie der Sprache und Stimme. Die neueren Sprachen 11: 40 - 56 (1897).

Schnabl, H.: Sprache und Gehirn - Elemente der Kommunikation. München (1972).

Schulte, K.: Möglichkeiten der Sprechgliederungshilfe innerhalb systembedingter Grenzen. in: Bericht über die Bodenseeländertagung in Würzburg 1969, Rosenheim (1969).

Schulte, Roesler, Ding: Akusto-vibratorische Kommunikationshilfe. WB VII, Kettwig (1969).

Schuy, C.: Über den Ersten Sprechunterricht. Neue Blätter für Taubstummenbildung: 8 - 18 (1954).

Schwab, W., Bauer, H.: Möglichkeiten des Röntgenkinotonfilms zum Studium der Sprache der Taubstummen im Vergleich zu Normalhörenden. Röntgenblätter 19: 42 - 48 (1966).

Seemann, M.: Sprachstörungen bei Kindern. Berlin (1969).

Sievers, F.: Röntgenologische Untersuchungen zur Artikulation. IPK-Forschungsberichte Bd. 45, Buske, Hamburg (1975).

Skinner, B.F.: Verbal behavior. New York (1957).

Subtelny, J.D.: A Cephalometric Study of the Growth of the Soft Palate. Plast. & Orthodontist 18: 76 - 94 (1948).

Templin, M., Darley, F.L.: The Templin-Darley Test of Articulation. Iowa City, Iowa: Bureau of Educational Research, State University of Iowa (1960).

Tillmann, H.G.: Über einige metatheoretische Grundlagen der Phonetik als autonomer Disziplin. Phonetica 19: 26 - 54 (1969).

----------, Die Wiederentdeckung der Lautphysiologie und ihre Bedeutung in psycho-phonetischen Theorien des Sprachverstehens. (institutsinternes Manuskript der Probevorlesung vom 28. Mai 1969 vor der Philosophischen Fakultät der Rhein.Friedr.-Wilh.-Universität Bonn).

Tillmann, H.G.: Über die Phonetik und ihre Theorien. IPK - Forschungsbericht (1969) am Institut für Kommunikationsforschung und Phonetik der Universität Bonn.

----------, Technische Kommunikationshilfen für Gehörlose. Berlin (1970).

----------, Das individuelle Subjekt und seine persönliche Identität im phnoentischen Kommunikationsprozeß. Buske - Verlag, Hamburg (1974).

Ungeheuer, G.: Probleme der Psychophonetik. Neue Blätter für Taubstummenbildung 14: 318 - 324 (1960).

----------, Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation. Berlin-Göttingen-Heidelberg (1962).

----------, Sprache und Kommunikation. Hamburg (1972).

Wängler, Hans-Heinrich: Atlas deutscher Sprachlaute. Berlin (1961).

Weinert, Herbert: Die Bekämpfung von Sprechfehlern. Berlin (1968).

Wildmann, A.J.: Analysis of tongue, soft palate, and pharyngeal wall movement. Amer. J. Orthod. 47: 439 - 461 (1961).

Wolfe, W.G.: An X-ray Study of Certain Structures and Movements Involved in Naso-pharyngeal Closure. M.A. Thesis, State University of Iowa, (1942).

Lebenslauf

Am 22.7.1940 wurde ich als Sohn des Landwirts Franz Sievers und seiner Ehefrau Elisabeth Sievers, geb. Otte, in Berge geboren.
Von 1947 bis 1955 besuchte ich die achtjährige Volksschule in Berge. Daraufhin erlernte ich den landwirtschaftlichen Beruf; die Ausbildung erfolgte auf dem elterlichen Hof und an der dreijährigen landwirtschaftlichen Berufsschule.
Im Jahre 1959 wurde ich als Schüler des Altsprachlichen Aufbaugymnasiums, Gymnasium Clementinum, in Bad Driburg angenommen, wo ich 1965 die Reifeprüfung ablegte.

Nach dem Abitur folgte das pädagogische Studium an der Pädagogischen Hochschule Westfalen-Lippe, Abteilung Münster I ; dort legte ich 1968 die Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Grund- und Hauptschule ab.
Dann wurde ich Lehramtsanwärter und absolvierte im Herbst 1969 die Zweite Staatsprüfung für die oben genannten Lehrämter.
Nach kurzer schulpraktischer Tätigkeit in Duisburg begann ich das Studium der Heilpädagogik in den Fächern Schwerhörigen- und Sprachheilpädagogik am Heilpädagogischen Institut der Pädagogischen Hochschule Rheinland in Köln, das ich Ende 1972 mit der Staatsprüfung für das Lehramt an Sonderschulen abschloß.
Danach folgte bis August 1975 die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt unter der Leitung von Prof. Dr. H. G. Tillmann am Institut für Kommunikationsforschung und Phonetik der Universität Bonn, wo ich gleichzeitig Phonetik, Kommunikationsforschung und Sprachwissenschaft studierte.

Seitdem bin ich als Lehrer an der Rheinischen Landesschule für Schwerhörige in Köln tätig.